# BEITRÄGE ZUR KENNTNIS EINIGER VORWIEGEND AUS ZOOGENEN KOMPONENTEN AUFGEBAUTER KALKSTEINE

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER PHILOSOPHISCHEN DOKTORWÜRDE

VORGELEGT DER

PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

(MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE SEKTION)

DER

**UNIVERSITÄT ZÜRICH**

VON

**FREIHERR OTTO BERNHARD VON DER OSTEN-SACKEN**

AUS GULBEN IN KURLAND

BEGUTACHTET VON HERRN

PROF. DR. H. SCHARDT

BERLIN

VERLAG VON GEBRÜDER BORNTRAEGER

W 35 SCHÖNEBERGER UFER 12a

[1914]

Alle Rechte vorbehalten.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

Buchdruckerei des Waisenhauses in Halle a. d. S.

https://archive.org/details/IA41507225_0088

# BEITRÄGE ZUR KENNTNIS EINIGER VORWIEGEND AUS ZOOGENEN KOMPONENTEN AUFGEBAUTER KALKSTEINE

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER PHILOSOPHISCHEN DOKTORWÜRDE

VORGELEGT DER

PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

(MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE SEKTION)

DER

**UNIVERSITÄT ZÜRICH**

VON

**FREIHERR OTTO BERNHARD VON DER OSTEN-SACKEN**

AUS GULBEN IN KURLAND

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

BEGUTACHTET VON HERRN

PROF. DR. H. SCHARDT

BERLIN

VERLAG VON GEBRÜDER BORNTRAEGER

W 35 SCHÖNEBERGER UFER 12a

Alle Rechte vorbehalten.

Buchdruckerei des Waisenhauses in Halle a. d. S.

# Einleitung.

In vorliegender Arbeit habe ich versucht, eine petrographische Beschreibung einiger zoogener Kalksteine zu geben, die unter dem Namen Echinodermenbreccien den kartierenden Geologen lange bekannt sind. Ich ging bei dieser Arbeit aus von einigen der bekanntesten hierhergehörigen Gesteinen der Schweizer Alpen und des Juras und dehnte im Laufe von drei Jahren, die ich mit kurzer Unterbrechung dieser Arbeit widmete, meine Untersuchungen auf eine Reihe von hierhergehörigen Gesteinen aus, die von Deutschland, Österreich, Belgien, Frankreich, England, Schweden, Dänemark, Nordamerika, Sibirien und den Ostindischen Inseln stammen und geologisch der Zeit vom Silur bis inkl. Kreide angehören. Bei der Beschaffung des Materiales mußte ich den Zufall walten lassen. Wo es mir möglich war, hierhergehörige Gesteine zu erhalten, sei es durch Kauf, sei es als Geschenk, habe ich nichts unversucht gelassen. Es versteht sich von selbst, daß ich persönlich sammelte, was mir zu erreichen möglich war, doch ist es leider wenig gewesen. Ich habe bei der Beschreibung der einzelnen Gesteine jedesmal angegeben, von wo ich sie erhalten habe. Viel von dem auf diese Weise gesammelten Materiale erwies sich aus einer Reihe von Gründen als nicht geeignet für diese vergleichende Arbeit. Dies prägt sich deutlich in der Zahl der Dünnschliffe aus, die ich mir zu dieser Arbeit von Voigt und Hochgesang machen ließ. Im ganzen wurden ca. 900 Schliffe angefertigt, von denen nicht volle 300 in dieser Arbeit berücksichtigt wurden.

Ich möchte noch kurz erwähnen, daß ich mich der Mühe unterzog, in der deutschen geologischen Literatur fast alles nachzulesen, was zur Petrographie der Kalksteine und zur Frage der Sedimentpetrographie überhaupt in deutscher Sprache geschrieben wurde. Natürlich werden mir eine ganze Reihe zerstreuter Notizen entgangen sein. Von dem, was in französischer, englischer und russischer Sprache geschrieben wurde, habe ich, soweit es nicht in deutschen Zeitschriften referiert worden ist, nur was in neuerer Zeit an wichtigen Arbeiten erschien, berücksichtigt. Es versteht sich von selbst, daß, wenn man sich mit der Petrographie der Kalksteine beschäftigt, man auch die ganze $CaCO_3$-Frage nicht außer acht lassen darf. Speziell ist es noch nötig bei der Betrachtung zoogener Kalksteine sich ein Bild der Anschauungen der Zoologen und Physiologen über den Bau der rezenten Kalkskelette zu machen. Am Schlusse dieser Arbeit gebe ich ein Verzeichnis der gesamten von mir berücksichtigten Literatur, soweit es sich nicht um die bekannten Handbücher handelt.

Jeder, der sich zurzeit mit Sedimentpetrographie beschäftigt, weiß, wie sehr dieser Zweig der Allgemeinen Geologie stiefmütterlich behandelt wurde und daß eigentlich noch

das ganze Fundament zu dieser Wissenschaft aufzurichten ist. Besonders trübe ist es um die Petrographie der Kalksteine bestellt. Meistens wird dies Kapitel nur anhangweise behandelt, und selbst die Spezialarbeiten z. B. über die Oolithe können einen wenig befriedigen.

Im Laufe der letzten fünf Jahre habe ich mich bemüht, was mir zugänglich war an Schliffen durch Kalksteine zu studieren. Es dürften dies etwa 4000 Dünnschliffe sein, doch ist das eine viel zu geringe Zahl für dies schwierige Problem.

Die in dieser Arbeit wiedergegebenen Beobachtungen erstrecken sich nur auf die mikroskopische Untersuchung von Dünnschliffen durch 38 Gesteine. Lagerungsverhältnisse sind nicht berücksichtigt worden. Ebensowenig wurden chemische Analysen gemacht. Spekulationen über petrogenetische Fragen wurden vermieden. Die Zahl der Dünnschliffe von den einzelnen Gesteinen ist ganz verschieden. Als ich noch wenig Überblick über dieses Gebiet hatte, glaubte ich, daß ein bis zwei Schliffe von jedem Gesteine genügen. Später konnte ich mir dann oft von diesen Gesteinen keine Dünnschliffe mehr besorgen. Beim Fortschreiten der Arbeit stieg dann die Zahl der Dünnschliffe, die ich mir von den einzelnen Gesteinen machen ließ. Es wurden dann auch verschiedene Arten von Dünnschliffen hergestellt, auf die ich später zurückkommen werde.

Wenn ich heute die Arbeit noch einmal beginnen könnte, würde ich die Zahl der Dünnschliffe noch mehr ausdehnen und auch immer das Liegende und Hangende und die Übergänge berücksichtigen.

Nachdem die mikroskopischen Untersuchungen beendet waren, trat die Entscheidung an mich heran, wie ich meine Beobachtungen zu einer möglichst einheitlichen und übersichtlichen Arbeit zusammenfassen sollte. Ich konnte sie nach dem geologischen Alter der betreffenden Gesteine ordnen und eine jede dann nach der mir am meisten auffallenden Eigenart beschreiben. Diese Anordnung hätte ein sehr wenig übersichtliches Bild ergeben, wäre dagegen die bequemste gewesen und hätte am wenigsten die Kritik herausgefordert. Nach reiflicher Überlegung aber und auf Anraten meines hochverehrten Lehrers, Herrn Prof. Dr. Albert Heim, habe ich mich entschlossen, die Anordnung der beschriebenen Echinodermenbreccien nach Typen vorzunehmen. Ich bin mir voll bewußt des relativen Wertes einer solchen Einteilung, denn da es hierfür keine allgemeingültigen exakten Gesetze gibt, ist eine jede solche Einteilung eine willkürliche und rein persönliche. Sie ist aber auch abhängig von dem Materiale. Hätte ich statt dieser 38 Echinodermenbreccien andere untersucht oder auch nur meine Untersuchungen um eine gleiche Anzahl erweitert, wäre die Einteilung wahrscheinlich etwas anders ausgefallen.

Nachdem ich mich zu einer Anordnung nach Typen entschlossen hatte, war es nötig ein Schema zu entwerfen, nach welchem ich meine gemachten Beobachtungen anzuordnen habe. Ich habe folgendes gewählt, das sich auf die Komponenten stützt. Ich glaube, daß dieses zurzeit in sedimentpetrographischer Hinsicht das richtigste ist.

## A. Die Komponenten aus $CaCO_3$.

### I. Die allothigenen Komponenten aus $CaCO_3$.

a) Die biogenen Komponenten aus $CaCO_3$.

1. Echinodermenskeletttrümmer.
2. Bryozoenskeletttrümmer.
3. Foraminiferenskeletttrümmer.
4. Trümmer der Stäbchenschicht der Lamellibranchier- und Brachiopodenschalen.
5. Andere organogene Skeletttrümmer.

b) Die minerogenen Komponenten aus $CaCO_3$.

6. Ooide.
7. Mikrogerölle.
8. Paramorphosen von mikrokristallin-unorientiertem $CaCO_3$ oder von körnigem Kalzite nach Organismenskeletten resp. deren Trümmer.
9. Allothigenes Zement.

### II. Die authigenen Komponenten aus $CaCO_3$.

10. Ankristallisationen.
11. Authigenes Zement und authigene freiliegende Kalzitkörner.

## B. Die nicht aus $CaCO_3$ bestehenden Komponenten.

12. Minerale aus $SiO_2$.
13. Pyrit.
14. Glaukonit.
15. Eisenoxydhydrat.
16. Trübe Medien.
17. Andere bestimmbare Mineralien.
18. Problematika.

Zu dieser Einteilung und zu den einzelnen Rubriken wie zu den gewählten Bezeichnungen sind einige sachliche und methodologische Erklärungen zu geben.

Die Komponenten aus $CaCO_3$. Ich habe soviel als möglich vermieden, in dieser Arbeit den Ausdruck Kalzit zu gebrauchen, überall da, wo es sich nicht um Kalzitkristalle handelt. G. Linck hat im Handbuche der Mineralchemie eine Übersicht über die Modifikationen des Kalziumkarbonates gegeben. Er erwähnt folgende vier Modifikationen: Gallerte, Vaterit, Aragonit, Kalzit. Er scheidet Agnes Kellys Conchit und Lacroix' Ktypeit aus, da die größte Wahrscheinlichkeit vorhanden ist, daß es sich in diesen beiden Fällen um Aragonit handle. Meiner unmaßgeblichen Meinung nach ist es aber zurzeit noch ganz und gar nicht erwiesen, woraus die Skelette aus Kalziumkarbonat einer Reihe von Tieren bestehen. Es ist ganz leicht möglich, daß hier noch eine weitere Modifikation vorliegt und einige der Beobachtungen Lacroix' und Kellys scheinen mir nicht widerlegt.*) Kalzit ist ein ganz eindeutiger

*) Während des Druckes erscheint R. Langes Arbeit über den monoklinen Lublinit, eine 5. Modifikation von $CaCO_3$.

Begriff, morphologisch wie optisch bestimmt. Überall da, wo diese morphologischen und optischen Erkennungszeichen nicht beobachtet werden können, ziehe ich es zurzeit vor, nur von $CaCO_3$ zu sprechen. Es ist z. B. durch nichts zu unterscheiden, woraus die einzelnen feinsten, kleinsten Partikelchen, die den $CaCO_3$ in dichten Kalksteinen bilden, bestehen. Die Meigensche Reaktion scheidet Kalzit wohl von Aragonit, aber diesen nicht von Vaterit.

Was nun die sicher bekannten Modifikationen betrifft, so gibt es heute für die mikroskopische Untersuchung noch keinerlei Möglichkeiten, in kleinen Körnern Aragonit von Kalzit im Dünnschliffe zu unterscheiden. Ich habe versucht, die von Thugutt, Warschau, angegebene chromatische Reaktion, die er mit Erfolg zur Unterscheidung von Kalzit und Aragonit bei Mineralpulvern verwandte, im Dünnschliffe anzuwenden, aber ohne Erfolg. Daß die Umwandlung des Aragonites in Kalzit zeitlich lange auf sich warten läßt, wissen wir, da nach Littles Untersuchungen in Schichten des Juras aragonitische Schalen erhalten geblieben sind. Krech hat in seiner Arbeit sich gezwungen gesehen, mehrere Arten von Kalzit zu unterscheiden. U. a. gebraucht er auch für einen gelblichen Kalzit den Namen Ferrokalzit, indem er angeblich auf mikrochemischem Wege in ihm einen Eisengehalt nachgewiesen haben will. Mir ist diese Reaktion, nach seinen Vorschriften vorgenommen, nie ausgekommen. Aber auch sonst halte ich diese Einteilung für ganz verfehlt. Kalzit ist ein eindeutiger Begriff und wir können unmöglich noch „Modifikationen des Kalzites" annehmen. Kalzit kann gefärbt sein 1. durch Interpositionen, also mechanische Beimengungen, 2. wahrscheinlich auch intramolekular, doch ist dieses erst noch zu untersuchen. Ich habe in dieser Arbeit das Wort Eigenfärbung gebraucht bei gewissen Echinodermenskeletttrümmern, die aus einem gelblichen Kalzite bestehen und wo diese Färbung nicht auf Interpositionen beruhte, soweit man diese bei einer Vergrößerung bis tausendfach erkennen konnte, lasse aber ausdrücklich die Frage offen, was für eine Art von Färbung das ist.

Man wird bei meinem Schema den Dolomit vermissen. Aber erstens habe ich auf mikrochemischem Wege, an Gesteinspulvern, da wo die Möglichkeit des Vorkommens von Dolomit vorlag, niemals Magnesium als phosphorsaure Ammoniakmagnesia nachweisen können, ein Zeichen, daß Dolomit diesem Gesteine wenigstens in größeren Mengen fehlt. Es schließt dies natürlich nicht aus, daß kleinere Partien Dolomit hier und da vorkommen mögen. Im Dünnschliffe diese zu bestimmen ist ebensowenig möglich wie z. B. Aragonit. Zweitens: Die mikrochemischen Untersuchungen an Dünnschliffen selbst mit der Lembergschen und der Linckschen Reaktion versagen bei Dünnschliffen durch Kalksteine fast immer. Nur wo Dolomit und Kalzit in reinen größeren Körnern vorliegen, geben diese Reaktionen Resultate. Die verunreinigten und oft sehr kleinen Körner der Kalkgesteine aber eignen sich durchaus nicht für diese Reaktionen. Also auch zur Unterscheidung des Dolomites von Kalziumkarbonat ist eine verbesserte Methode auszuarbeiten.

Ich habe für die Ausbildung des $CaCO_3$, wie sie z. B. in dichten Kalkgesteinen vorliegt, den Ausdruck mikrokristallin-unorientiert gebraucht. Ich tue dies überall da, wo bei einer 600- bis 1000fachen Vergrößerung das Aggregat der einzelnen Körner nicht deutlich aufgelöst werden kann. Als unorientiert bezeichne ich den mikrokristallinen Zustand darum,

weil man beim polarisierten Lichte erkennen kann, daß die Orientierung der einzelnen kristallographischen Einheiten eine chaotische, ohne jede Anordnung, ist. Im Gegensatze dazu brauche ich den Ausdruck mikrokristallin-orientiert für die Ausbildung des $CaCO_3$ in gewissen Skeletttrümmern. Hier zeigt die Beobachtung im polarisierten Lichte, daß der $CaCO_3$ aus feinsten, meist lamellären oder fadenartigen kristallographischen Einheiten aufgebaut ist, deren Größe bei einer tausendfachen Vergrößerung nicht festzustellen ist. Orientiert sage ich darum, weil die einzelnen Fasern so liegen, daß sie nur immer um einen kleinen, mehr oder weniger gleichen Betrag in ihrer Lage voneinander abweichen. Die Auslöschung verläuft in diesen Gebilden als kontinuierlicher Schatten von einem bis zum anderen Ende des Gebildes.

Die allothigenen Komponenten aus $CaCO_3$. Dieser Begriff ist eindeutig und es braucht ihm nichts hinzugefügt zu werden.

Die biogenen Komponenten aus $CaCO_3$. Unter biogenen Komponenten habe ich nur diejenigen allothigenen Trümmer zusammengefaßt, bei denen man noch auf primäre Strukturen schließen kann. Ich unterscheide bei diesen Trümmern zweierlei Strukturen. Die erste bezeichne ich als die biologische Struktur, die zweite als die kristallographische. Unter biologischer Struktur verstehe ich den Aufbau soweit er vom Tiere abhängig ist. Unter kristallographischer Struktur den Aufbau dieses Gefüges aus seinen kristallographischen Einheiten. Diese beiden Strukturen können ganz auseinandergehen, sie können auch mehr oder weniger zusammenfallen. Für kleine Trümmer ist oft die kristallographische Struktur das einzige Erkennungszeichen. Paläontologische Bestimmungen der einzelnen Trümmer können heute nur in einem geringen Maße durchgeführt werden. Dafür fehlen die systematischen an paläontologisch bekanntem Materiale ausgeführten Studien. Ich habe hier eine Einteilung in fünf Gruppen gebraucht, deren einzelne höchst ungleichwertig sind. Ich glaube aber, daß diese Einteilung der Sicherheit entspricht, mit der wir heutzutage die einzelnen Komponenten erkennen können.

Echinodermenskeletttrümmer sind, wo die biologische Gitterstruktur vorhanden, leicht zu erkennen. Ihre kristallographische Struktur ist kein absolut sicheres Kriterium, da ja einheitliche Kalzitkörner sowohl allothigen wie authigen in Kalksteinen vorkommen können. Immerhin ist es bei einiger Übung möglich, aus der Form der Trümmer, dem Verbande und, wo vorhanden, aus der Ankristallisation ein Echinodermenskeletttrümmer, auch wo die Gitterstruktur fehlt, zu erkennen.

Die Bryozoenskeletttrümmer sind an ihrer biologischen Struktur stets zu erkennen, wo der Trümmer noch so groß ist, daß er wenigstens einen Teil der Zellwand und einen Teil der Zellkammer umfaßt. Die kristallographische Struktur der Zellwand ist durchaus typisch. Immerhin ist zu sagen, daß, wenn ein so kleiner Trümmer vorliegt, daß nur ein Stück der Zellwand sichtbar wäre, ein Bestimmen schwierig ist.

Die Foraminiferen sind natürlich in erster Linie an ihrer Form zu erkennen, sobald auch nur eine Kammer und die dazugehörige Skelettwand zu sehen ist. Die kristallographische Struktur dieser letzteren ist außerdem so typisch, daß man mit Sicherheit ein kleines Stück der Skelettwand als solches erkennen kann.

Die Skelette dieser drei Tierarten sind, wenn die biologische und kristallographische Struktur noch einigermaßen erhalten ist, stets sicher zu erkennen, und wenn man ausgedehntere Untersuchungen an paläontologisch bestimmtem Materiale vornehmen würde, würde man eine paläontologische Bestimmung noch viel weiter führen können. Zurzeit ist dies aber nicht möglich.

Von allen anderen Trümmern organogener Skelette habe ich die Stäbchenschicht ausgeschieden, die Frage offen lassend, ob es sich um die Stäbchenschicht der Lamellibranchier oder die der Brachiopoden im einzelnen Falle handelt. Die Stäbchenschicht ist eine biologische Struktur. Kristallographisch betrachtet bildet jedes Stäbchen ein unregelmäßiges Kalzitprisma. Sobald weniger als zwei bis drei Stäbchen in einem Trümmer vorliegen, ist ein Erkennen nicht mehr möglich, da ja auch Prismen anderer Herkunft vorliegen könnten.

In der fünften Rubrik habe ich alle anderen organogenen Skeletttrümmer zusammengefaßt, soweit ihre kristallographische Struktur erhalten ist. Ich konnte hier sieben Typen ausscheiden, denen ich griechische Buchstaben als Bezeichnung gegeben habe und hoffe, später einmal in der Lage zu sein, angeben zu können, von welchen Tierskeletten sie stammen, denn ich habe in Aussicht genommen, systematische Untersuchungen an paläontologisch bekanntem Materiale vorzunehmen. Erst wenn man den kristallographischen Bau der Skelette der einzelnen Tierarten kennen, weiter ihre Umwandlung verfolgen wird, die dieselben bei der Diagenese und im Gesteine ausgesetzt sind, bis sie eine völlige Umwandlung in eine Paramorphose durchgemacht haben, wird es möglich sein, wo diese Umwandlung noch nicht völlig vor sich gegangen ist, zu sagen, um was für Skelette es sich handelt.

Ich möchte hier noch auf eins hinweisen. Selbst die hier als biogene Komponenten ausgeschiedenen Gebilde sind wohl im strengen Sinne des Wortes nur Paramorphosen oder wenigstens beginnende Paramorphosen, bei denen nur die ursprüngliche kristallographische Struktur mehr oder weniger erhalten ist. Dafür spricht schon der Umstand, daß von der organischen Materie, die der größten Mehrzahl dieser kristallographischen Strukturen zwischengelagert war, heute keine Spur mehr vorhanden ist. Aber auch ihre Räume fehlen. Diese sind heute in den meisten Fällen mit $CaCO_3$ ausgefüllt, ohne daß dies direkt, wenigstens in den meisten Fällen, sichtbar ist. Ich denke hierbei z. B. an die Stäbchenschicht. Es ist also höchst wahrscheinlich, daß eine mehr oder weniger weitgehende molekulare Umlagerung bei der Diagenese bereits stattfindet. Es wird in Zukunft hier auch von Interesse sein, einmal die Frage zu studieren, wie bei dieser Umwandlung sich der Aragonit verhält. Ob z. B. bei der Umwandlung eines aragonitischen Skelettes in Kalzit stets die kristallographische Struktur und damit dann auch oft die biologische Struktur verlöscht und an Stelle der ursprünglichen Strukturen nur eine Paramorphose aus mikrokristallin-unorientiertem $CaCO_3$ entsteht. Weiter wäre es interessant, die Frage zu untersuchen, unter welchen Bedingungen die kalzitischen Strukturen sich in einer Paramorphose von mikrokristallin-unorientiertem $CaCO_3$ umwandeln.

Die minerogenen Komponenten aus $CaCO_3$. Der Begriff minerogen ist eindeutig.

Unter Ooide habe ich nur diejenigen Gebilde zusammengefaßt, bei denen mindestens noch der konzentrisch-schalige Aufbau zu sehen ist. Rundliche Gebilde, die diese nicht mehr zeigen, bezeichne ich auch nicht als Ooide. Alle Ooide in den von mir untersuchten Gesteinen hatten eine ihnen typische, fleckige, gelbliche Eigenfärbung. G. Linck folgend, habe ich sie unter die minerogenen Komponenten eingereiht, da mich die Ausführungen Kalkowskys, Rotpletz' und Gaubs nicht zu überzeugen vermögen, daß biologische Faktoren alle Ooide bilden, wenn dies auch für einige wahrscheinlich ist.

Die Bezeichnung Mikrogerölle gebrauche ich für Gesteinsbrocken von einer gewissen Kleinheit, die als solche zur Ablagerung gelangten. Ich möchte aber betonen, daß die hier in Frage kommenden Mikrogerölle aus $CaCO_3$ nicht immer terrigenen Ursprunges zu sein brauchen. Man kann sie sich auch als am Meeresboden entstanden denken, sei es durch Konkretion, sei es durch Zementation.

Als Paramorphosen bezeichne ich alle diejenigen Gebilde, die in Form von Skeletten oder Skeletttrümmern vorliegen, aber deren kristallographischer Aufbau zeigt, daß sie nicht mehr die primäre Struktur haben. Ich habe zwei Arten von Paramorphosen auseinandergehalten, solche aus mikrokristallin-unorientiertem $CaCO_3$ und solche aus körnigem Kalzite. Die meisten der letzteren Art scheinen mir Ausfüllungsparamorphosen zu sein.

Der Begriff allothigenes Zement als solcher ist eindeutig. Es ist nur über die Art des Vorkommens etwas zu sagen. Ich unterscheide zwei Arten von allothigenem Zemente. 1. Kalkschlamm, 2. Kalksand. Im Kalksande ist meistens noch bei den einzelnen Körnern zu erkennen, daß sie biogenen Ursprunges sind. Teilweise ist hier noch die kristallographische, manchmal noch die biologische Struktur erhalten. Wenn die Größe dieser Körner zunimmt, gibt es oft einen kontinuierlichen Übergang zu den biogenen Komponenten und es ist dann oft willkürlich, ob man ein betreffendes Korn als Komponente oder als Kalksandkorn auffaßt. Der Kalkschlamm liegt immer in Form von mikrokristallin-unorientiertem $CaCO_3$ vor. Meistens hat er im zerstreuten durchfallenden Lichte eine graue Färbung und scheint bei geringer Vergrößerung nur aus wenig $CaCO_3$ zu bestehen. Bei starken Vergrößerungen erkennt man aber, daß er doch zum weitaus größten Teile aus feinsten $CaCO_3$-Partikelchen besteht, was man freilich erst im polarisierten Lichte erkennt. Es ist nun die Frage zu stellen: Woher stammt die graue Färbung? Nach Entkalken bleibt meist so wenig Rückstand übrig, daß diesem allein nicht die graue Färbung zugeschrieben werden kann. Sie dürfte also, zum Teil wenigstens, die Folge eines Brechungsphänomens sein. Ich habe in dieser Arbeit diesen typischen grauen Kalkschlamm kurzweg als „graue Masse" bezeichnet, um das Wort mergelig zu vermeiden, da es mir, wie ich noch unten beschreiben werde, nie gelang, mit Sicherheit die Natur der trüben Medien, auf denen diese Färbung beruhen könnte, zu erkennen. Sehr häufig ist dieser Kalkschlamm einer Umkristallisation unterworfen, die in der Richtung verläuft, daß der trübe mikrokristalline $CaCO_3$ sich in ein feinkörniges helles Kalzitaggregat verwandelt. Manchmal treten hier Rhomboeder auf. Unter Umkristallisation stelle ich mir eine molekulare Umlagerung vor, ohne daß ein Inlösunggehen nötig ist. Ob die Rhomboeder auf demselben Wege entstanden sind oder hier ein Inlösunggehen des

$CaCO_3$ vorausging, ist eine offene Frage. Es müssen aber andere Bedingungen geherrscht haben, die einerseits bei der Umkristallisation das feinkörnige Kalzitaggregat entstehen ließen oder andererseits die Rhomboeder.

Unter der Rubrik Ankristallisation habe ich nur die Ankristallisationen an Echinodermenskeletttrümmer behandelt. Ferner konnte ich aber noch Ankristallisationen an Foraminiferenskeletten erkennen. An den Prismen der Stäbchenschicht konnte ich dagegen nie Ankristallisationen bemerken, wie solche in der Literatur erwähnt worden sind. Da z. B., wo die Stäbchenschicht nur einen Teil des Trümmers ausmacht, dessen andere Partie — wahrscheinlich einst die Perlmutterschicht — heute als Paramorphose eines feinkörnigen Kalzitaggregates vorliegt, wo also alle Bedingungen für eine Ankristallisation vorhanden waren, konnte ich diese nie beobachten. Unter Ankristallisation verstehe ich die optisch gleich-orientierte Anlagerung von $CaCO_3$ an die betreffende kristallographische Struktur. Die meisten dieser Ankristallisationen heben sich durch ihre weiße Farbe von dem betreffenden Trümmer ab. Einige sind aber auch mit Interpositionen, denselben, die der Trümmer enthielt, nur in geringerem Maße, durchsetzt, was ich allerdings nur bei den Ankristallisationen der Echinodermenskeletttrümmer beobachten konnte, die selbst auf so sonderbare Weise mit Interpositionen durchsetzt sind.

Der Begriff authigen ist nicht ganz eindeutig durchzuführen. Erstens muß man darunter primäre authigene Bildungen verstehen. Wenn z. B. die Lücken eines klastischen Gesteines sich während oder gleich nach der Diagenese mit authigenen Kalzitkörnern anfüllen, die so ein Lückenzement bilden, so handelt es sich um eine primär authigene Bildung. Zweitens können aber auch sekundär authigene Bildungen stattfinden, die durch Umkristallisation im oben erwähnten Sinne entstanden sind. Beide Arten der authigenen Bildung fallen im Dünnschliffe durch ihre reine weiße Farbe auf. Primär authigen deckt sich mit halmyrogen im Sinne Krümmels. Sehr häufig ist es sehr schwer oder unmöglich zu sagen, ob es sich um primäre oder sekundäre authigene Bildungen handelt.

Von den Mineralen aus $SiO_2$ sind zu unterscheiden authigene und allothigene Quarzkörner und Verkieselungen. Unter Verkieselung verstehe ich die Verdrängung des $CaCO_3$ teilweise oder ganz durch $SiO_2$. Meistens liegt die Verkieselung in Form von mikrokristallin-unorientierter $SiO_2$ vor. Unter Relikten verstehe ich kleine Schüppchen der verdrängten Substanz, die in der verdrängenden nachgeblieben sind. Es ist hier auf eine interessante Beobachtung hinzuweisen. Die meisten der $CaCO_3$-Relikte innerhalb der Verkieselung bestehen jedes für sich aus einem einheitlichen Kalzitkorne. Wenn nun diese Verkieselung in einer Komponente vor sich ging, die entweder aus mikrokristallin-unorientiertem $CaCO_3$ — allothigenem Zemente — oder aus mikrokristallin-orientiertem $CaCO_3$ — Skeletttrümmern — besteht, so fällt auf, daß diese $CaCO_3$-Relikte unmöglich eine einfach nachgebliebene Partie der verdrängten Komponenten sein können. Vielmehr hat es den Anschein, als ob der $CaCO_3$ sich seinerseits auch umgelagert hat.

Über Pyrit und Glaukonit ist nichts Allgemeines zu sagen.

Der Ausdruck Eisenoxydhydrat wurde gebraucht, da es nach Untersuchungen unter dem Mikroskope unmöglich ist, eine nähere Bezeichnung für diese wasserhaltigen Eisenoxydkörper zu geben. Der Ausdruck Limonit ist durchaus zu verwerfen, da er für alles mögliche gebraucht worden ist. Die Frage, ob es sich hier um ein Gel handelt, ist zu verneinen. Möglich ist es aber, daß diese heute amorphen Körper aus Gelen entstanden sind. Wo keine genauen chemischen Analysen vorliegen, ist stets für solche Eisenverbindungen der Name Eisenoxydhydrat zu gebrauchen.

Unter dem Ausdruck trübe Medien verstehe ich alle trübenden Verunreinigungen, sei es, daß sie als Interpositionen innerhalb einer kristallographischen Einheit oder zwischen diesen vorkommen, soweit es nicht Körper sind, die in früheren Rubriken erwähnt wurden. Theoretisch werden sie hier hauptsächlich zweierlei Natur sein: 1. bituminöse Substanzen, 2. tonhaltige Substanzen. Die ersteren wären auf dem Wege des Glühens des Schliffes festzustellen. Es ist aber der Zusammenhalt der Kalksteinschliffe nie ein so großer, daß man einen Dünnschliff ganz loslösen kann, um ihn von Kanadabalsam zu befreien und dann zu glühen. Es ist mir also nie gelungen, sicher bituminöse Substanzen zu bestimmen. Da, wo ich auf solche schließe, geschieht es, weil die eigenartig schwarze Farbe an kohlige Substanzen erinnert. Ebenso schwierig ist es, die tonhaltigen Substanzen zu bestimmen. Da sind zuerst Entkalkungsversuche zu machen. Nun ist das Entkalken der Kalksteinschliffe gar nicht so einfach wie es scheint, wenn es einem nicht nur daran liegt, den $CaCO_3$ aufzulösen, sondern wesentlich daran, daß die vorhandenen unlöslichen Komponenten in derselben Lage, in der sie in dem $CaCO_3$ lagen, auch als Rückstand auf dem Kanadabalsam zurückbleiben. Da es wegen der geringen Festigkeit der Kalksteinschliffe mit Schwierigkeiten verbunden ist, einen gewöhnlichen Kalksteinschliff abzudecken, ohne daß der Schliff in viele kleine Splitter zerfällt, so ließ ich in der letzten Zeit von Voigt und Hochgesang zwei andere Arten von Dünnschliffen herstellen. Bei der ersten Art liegt der Gesteinsschliff nur mit Kanadabalsam angeklebt auf dem Objektträger, während er oben frei von Kanadabalsam und vom Deckgläschen ist. Diese Art von Dünnschliffen ist nebenbei gesagt die einzig mögliche, wenn man Untersuchungen im auffallenden Lichte machen will, was für Strukturverhältnisse nach einigen Versuchen, die ich dank der Liebenswürdigkeit des Herrn Prof. O. Bauer im Laboratorium des Kgl. Preußischen Materialprüfungsamtes zu Berlin mit den dort vorhandenen, für diese Zwecke hergerichteten Mikroskopen machen konnte, von großem Vorteile zu sein scheint. Die zweite Art von Dünnschliffen unterscheidet sich von dieser dadurch, daß der Gesteinsschliff oben auch noch mit Kanadabalsam bedeckt ist, während das Deckgläschen fehlt. Beide Arten von Schliffen benutzte ich zum Entkalken, natürlich nachdem ich mit Xylol bei der zweiten Art den oben aufliegenden Kanadabalsam weggewaschen hatte. Nach einer Reihe von wenig gut ausgekommenen Versuchen und auf Anraten von Herrn Prof. Dr. H. Stremme, Berlin, benutzte ich $^1/_2$%ige HCl-Lösung. Läßt man in solch einer Lösung einen Schliff bis 12 Stunden liegen, so ist aller $CaCO_3$ weggelöst und der Rückstand genau da liegen geblieben, wo er einst schwebte. Es ist nun mit größter Behutsamkeit der Schliff in aqua destillata zu bringen, um die $CaCl_2$-Lösung auszuwaschen. Merkwürdigerweise

kommt dies in der Regel nicht so gut aus, wie man es erwarten müßte. Denn selbst ein langes Stehen in aqua destillata verhinderte nicht, daß später beim Trocknen ein eigenartiger isotroper Niederschlag sich um die Partien des Rückstandes niederschlägt. Ob dies ein $CaCl_2$-Gel ist, oder ob es eine Umwandlung ist, die der unten liegende Kanadabalsam erleidet, vermag ich nicht zu sagen. Weiter ist noch zu bemerken, daß die erste Art von Dünnschliffen sich sehr leicht vom Deckgläschen loslöste, d. h. die unten liegende Kanadabalsamschicht löst sich vom Deckgläschen als Häutchen mit dem Rückstande darauf los. Bei der zweiten Art der Dünnschliffe war dies nie der Fall, was wohl darauf zurückzuführen ist, daß trotz des Abwaschens mit Xylol noch etwas Kanadabalsam, namentlich am Rande des Gesteinschliffes haften bleibt. Es wäre also bei weiteren Bestellungen der Schliffe der ersten Art die Firma Voigt und Hochgesang darauf aufmerksam zu machen, daß für die untere Kanadabalsamschicht recht haftender Kanadabalsam benutzt wird, denn das Abwaschen der oberen Kanadabalsamschicht ist eine überflüssige Arbeit. Um nun die entkalken Schliffe zu Dauerpräparaten zu machen, ist es nötig sie einzubetten. Wenn man nicht einen Apparat hat, um den Schliff gleichmäßig zu erwärmen, so kann man es auch so machen, daß man Kanadabalsam mit Xylol kocht, bis er hart wird, ihn dann erwärmt, bis er wieder ganz dünnflüssig wird, den Objektträger mit dem Rückstande so viel als möglich über einem Spirituslämpchen erwärmt und dann den heißen dünnflüssigen Kanadabalsam in kleinen Tropfen auftropfen läßt. Wenn der Schliff recht heiß war und der Kanadabalsam ebenso, so fließt er so aus, daß er die Partikelchen des Rückstandes nicht verlagert. Ein Nachteil ist nur der, daß der so daraufgebrachte Kanadabalsam erstens in der Regel durch das wiederholte Kochen etwas gelblich wird, und zweitens nur in Form einer sehr dicken Schicht aufgetragen werden kann, was für sehr scharfe Vergrößerungen mißlich ist.

Um den Tongehalt der Rückstände zu bestimmen, z. B. in der sogenannten grauen Masse, versuchte ich die mikrochemische Reaktion auf Aluminium mit Cäsiumsulfat. Auf dem Schliffe selbst kam sie aber nie aus und das Übertragen auf Platinblech von ganz bestimmten Partien ist sehr schwierig. Daß ich die Versuchsanordnung richtig machte, kontrollierte ich an einem feinen Feldspatpulver.

Herr Dr. Th. v. Woyno, unter dessen liebenswürdiger Anleitung ich die ersten dieser Versuche machte, gab mir folgende Versuchsanordnung an, die dann später immer eingehalten wurde. Von der pulverisierten Feldspatsubstanz wird eine Probe im Platintiegel mit einigen Tropfen Wasser versetzt, dann 1 bis 2 Tropfen konzentrierte Schwefelsäure hinzugegeben, darauf Flußsäure hinzugefügt, bis der Tiegel gefüllt ist. Dann wird zwecks Vertreibung der Kieselsäure als $SiFl_4$ das ganze auf dem Wasserbade erwärmt, bis man keinen Dampf von HFl mehr spüren kann. Dann wird die zurückgebliebene Flüssigkeit mit ein wenig Wasser verdünnt und einige Tropfen davon auf einen Objektträger gebracht, mit einem Tropfen konzentrierten Cäsiumsulfates versetzt und mit dem Finger verschmiert. Läßt man dann über einer Spiritusflamme die Lösung eintrocknen, so zeigen sich die typischen Cäsium-Alaunkristalle. Es ist klar, daß diese Versuchsanordnung zu kompliziert ist, um sie im Schliffe selbst vorzunehmen.

Ich hoffte nun weiter, durch Färbversuche die tonigen Partikel bestimmen zu können. Angeregt wurde ich dazu durch die Arbeit von Hundshagen, Stuttgart, im Neuen Jahrbuch für Mineralogie und die von Dittler in der Zeitschrift für Kolloidchemie. Später fand ich, daß schon Gustav Klemm in seiner Dissertation 1888 tonige Substanzen wie auch Biotitschüppchen durch Baden des Schliffes in Fuchsinlösung sichtbar machte. Ich ging zuerst von der irrigen Vorstellung aus, daß die trüben Medien tonerdehaltige Gelkörper sein müßten. Meine Resultate waren negativ. Zuerst wandte ich folgende Farbstoffe an: Fuchsin, Anilinrot, Rodamin B, spirituslösliches Methylviolett und spirituslösliches Anilinblau, die alle durch eine Mannheimer Drogerie von Merck, Darmstadt, bezogen wurden. Später ließ ich mir durch dieselbe Drogerie von Dr. Grübler, Leipzig, Methylorange, Säureviolett und das Triacidgemisch, Säurefuchsin-Methylenblau kommen. Die Resultate sind wertlos und im allgemeinen folgende. Je nach dem Farbstoffe, der Dauer der Einwirkung und der Konzentration färbte sich entweder nichts oder allmählich alles. In letzterem Falle drang der Farbstoff auf allen Ritzen, Schrammen, Spaltflächen und Teilungslinien in den $CaCO_3$ ein oder blieb trotz allen Waschens als kleine Schüppchen auf dem $CaCO_3$ liegen, ganz einerlei, um was für Komponenten es sich handelte. So war z. B. ein Echinodermenskeletttrümmer genau ebenso viel oder so wenig gefärbt wie eine Partie der sogenannten grauen Masse. Da in der mir zugänglichen einschlägigen Literatur nie die Konzentration oder die Dauer angegeben war, quälte ich mich zwecklos mit Versuchen ab, diese herauszubekommen, indem ich meine Mißerfolge auf zu starkes oder zu geringes Färben zurückführte. Nachdem ich diese Versuche als resultatlos aufgegeben hatte, wurde ich durch die Literaturangaben des Zentralblattes für Mineralogie auf eine Arbeit von F. Grandjean, Saint-Etienne, im Bulletin de la Société Française de la Mineralogie aufmerksam, der zufolge dieser mit Erfolg tonige Substanzen in dichten Kalksteinen im Dünnschliffe angefärbt hatte. Grandjean brauchte eine Reihe von Anilinfarben und sagte, daß er stets gute Resultate erhielt, besonders wenn er die Farbstoffe nicht in Wasser, sondern in Xylol oder 90° Spiritus löste. Ich versuchte nun meine Farbstoffe in Xylol zu lösen, um die Färbversuche von neuem zu beginnen, aber keiner meiner Farbstoffe löste sich, weder kalt noch beim Kochen in Xylol. Ich ließ mir nun von Kahlbaum, Berlin, zwei Farbstoffe, die xylollöslich wären, kommen und fragte gleichzeitig an, ob und wie meine früher benutzten Anilinfarben sich in Xylol lösen mögen. Er sandte mir Tetrabromidindigo und Nigrosinbase und schrieb, daß jene früher benutzten Anilinfarben in Xylol nicht löslich wären. Mit den neuen Farbstoffen erhielt ich aber ebensowenig Resultate wie mit den alten. Bevor ich noch diese Versuche begann, richtete ich an Prof. Grandjean eine briefliche Anfrage mit der Bitte um nähere Auskunft, wie er 1. seine Anilinfarben in Xylol gelöst und 2. wie seine Versuchsanordnung (Konzentration der Lösung und Dauer der Versuche) sei, erhielt aber keine Antwort. Ende November 1911 besuchte ich Dr. Dittler in Wien, um mich bei ihm über die Färbfrage zu orientieren. Er klärte mich dann erstens darüber auf, daß aller Wahrscheinlichkeit nach jene tonhaltigen Substanzen nicht amorph sind und jedenfalls in keinem Falle als Gele anzusprechen wären. Gleichzeitig hatte er die Liebenswürdigkeit, mit mir einige Färbversuche mit meinen Schliffen vorzunehmen. Dabei

stellte es sich heraus, daß ich bei meinen Versuchen erstens zu konzentrierte Lösungen benutzt hatte und zweitens diese viel zu lange einwirken ließ. Es genügt, wenn es wirklich gelartige Körper sind, daß der Farbstoff 10 bis 60 Sekunden einwirkt, wobei er dann schon soweit adsorbiert ist, daß er durch das Lösungsmittel nicht mehr ausgewaschen werden kann. In dieser kurzen Zeit hat er sich aber in die Ritzen noch nicht eingezogen und kann dann alles, was nicht adsorbiert ist, ausgewaschen werden. In den von mir auf diese Weise mit Herrn Dr. Dittler gefärbten Kalksteinschliffen färbte sich nichts, ein Zeichen, daß unter den trüben Medien keine Gelkörper vorkommen. Mittlerweile hat auch Prof. Stremme auf die Wertlosigkeit des Färbens zur Bestimmung der Kolloide hingewiesen, da sich auch Nichtkolloide, z. B. Kaolin, anfärben und nach Klemm auch Biotitschüppchen. Weiter machte mich Prof. Stremme darauf aufmerksam, daß von allen Farbstoffen Methylenblau vorzuziehen sei.

Zu all diesen Versuchen benutzte ich meistens andere Schliffe als die der Gesteine, die ich in dieser Arbeit behandle. Wo ich hin und wieder doch Schliffe dieser Gesteine benutzte, habe ich dieses bei den betreffenden Gesteinen erwähnt.

Ich will hier ganz kurz noch auf die Begriffe Trübung und Interposition eingehen. Unter Trübung verstehe ich eine graue Färbung, die eben durch Interpositionen bedingt ist im Gegensatze von Eigenfärbung, wo bis zu tausendfacher Vergrößerung diese Färbung auf keine sichtbare Interposition zurückgeführt werden kann.

Es wird auffallen, daß ich so wenig andere Mineralien in diesen Gesteinen anführe. Dies kommt daher, daß ich nur Dünnschliffe untersucht habe. In diesen kann man die kleinen Mineralsplitterchen in der Regel nicht mehr gut beobachten. Zur Bestimmung dieser hätte man ein größeres Stück Kalkstein auflösen müssen und dann den Rückstand untersuchen müssen, ein Verfahren, das mit großem Erfolge Tuçan angewandt hat. Ich habe dies unterlassen, weil die mineralogische Bestimmung dieser eventuellen Mineralien über den Rahmen dieser Arbeit hinausgegangen wäre.

Unter der Rubrik Problematika wurden alle diejenigen Komponenten zusammengefaßt, über deren wahren Charakter ich mir keine genauere Vorstellung machen konnte.

Ich habe unter Berücksichtigung des oben angegebenen Schemas die 38 Echinodermenbreccien in sieben Klassen eingeteilt, die ich in zwei Gruppen zusammenfasse.

**1. Gruppe.** Neben Echinodermenskeletttrümmern kommen andere Komponenten in reichem Maße beim Aufbau dieser Gesteine vor.

**2. Gruppe.** Nur Echinodermenskeletttrümmer bauen das Gestein auf. Von anderen Komponenten kommen höchstens ganz vereinzelte Trümmer vor.

Innerhalb dieser Gruppen teile ich nun die Klassen nach ihrem Zemente ein. Unten folgt das Schema.

**1. Gruppe.**

I. Klasse.

Nur authigenes Zement verbindet die Komponenten.

Dazu gehören die Echinodermenbreccien aus dem Gault von Gänsestad, Frohnalpstock, Käsernwald, Brunnen; aus dem Neocom von Weesenfly und von der Tellsplatte; aus dem Malm von Les Arpilles; aus dem Dogger von Walenstadt; aus dem Silur von Dudley.

II. Klasse.

Neben hauptsächlich authigenem Zemente kommt allothigenes vor.

Hierzu gehören die Echinodermenbreccien aus dem Gault von der oberen Nase und von Morschach; aus dem Neocom von Collombey; aus dem Dogger von Val de Travers (Dalle nacre); aus dem Lias von Villeneuve; aus dem Silur von Kosel.

III. Klasse.

Allothigenes Zement überwiegt authigenes.

Hierzu gehören die Echinodermenbreccien aus dem Dogger vom Vorderglärnisch, vom Gipfel des Uri-Rothstocks, von Speckital; aus dem Devon von Gerolstein; aus dem Carbon von Borneo; aus dem Silur von Port Colborn.

IV. Klasse.

Nur allothigenes Zement verbindet die Komponenten.

Hierzu gehören die Echinodermenbreccien aus dem Dogger von Mürtschenstock; aus der Trias von Amleih und von der Birndorfer Höhe; aus dem Perm von Deroc Oan; aus dem Karbon von Ben-Zirek; aus dem Silur von Gullerasen und Osmundberg; endlich eine unbekannten Alters von Krjukowski aus dem Altai.

**2. Gruppe.**

V. Klasse.

Nur authigenes Zement verbindet die Komponenten.

Hierzu gehören die Echinodermenbreccien aus der Oberen Kreide von Faxe; aus dem Lias von Adnet.

VI. Klasse.

Authigenes und allothigenes Zement verbindet in wechselnden Mengen die Komponenten.

Hierzu gehören Echinodermenbreccien aus dem Dogger von Liestal, von Besançon und von Gewendtobel; aus dem Devon von Balwe.

VII. Klasse.

Nur allothigenes Zement verbindet die Komponenten.

Hierzu gehören die Echinodermenbreccien aus dem Dogger von Val Pontaiglas; aus dem Karbon von Mons und Tournay; aus dem Silur von Klein-Kucheln.

Innerhalb der einzelnen Klassen wurden die Echinodermenbreccien nach dem geologischen Alter geordnet.

Bei der Beschreibung der einzelnen Gesteine wurde für die Komponenten stets dieselbe Reihenfolge und dieselbe Zahl für ihre Rubriken benutzt. Z. B. sind Echinodermenskeletttrümmer stets unter 1., Ooide unter 6., Pyrit unter 13. usw. angeführt.

---

Auf Verlangen von Herrn Prof. Dr. H. Schardt füge ich schon hier eine Notiz ein, wo man die einzelnen Strukturen besonders gut beobachten kann.

Die $\alpha$-Struktur in Bild 49 $\alpha$ und $\beta$; die $\beta$-Struktur in Bild 3 $\alpha$ und $\beta$;
die $\gamma$- „ „ „ 52 $\alpha$ „ $\beta$; die $\delta$- „ „ „ 58 $\alpha$ „ $\beta$;
die $\varepsilon$- „ „ „ 59 $\alpha$ „ $\beta$; die $\zeta$- „ „ „ 20;
die $\eta$- „ „ „ 33.

# I. Klasse.

## I.

**Echinodermenbreccie von Gänsestad am Nordufer des Walensees (Schweiz) aus dem oberen Aptien der Mürtchendecke (welche auf einer Abwitterungsfläche transgressiv vom Albien überlagert wird).** 1—7 49—54

Makroskopisch betrachtet handelt es sich um einen hellgrauen zoogenen Kalkstein, der auf frischem Bruch nur so glitzert von Spaltflächen größerer und kleinerer Kalzitkristalle von den mannigfachsten Formen. Diese liegen in einer dichten Grundmasse von $CaCO_3$. In den mir gehörigen Handstücken vermag ich mit der Lupe kein Stück eines Echinodermenskelettes sicher zu erkennen. Es wurden sieben Schliffe Nr. 23, 23a, 23b, 23c, 23d, 25 und 28 angefertigt, die von drei Handstücken stammen, die ich selbst geschlagen habe.

U. d. M. sieht man folgendes Bild: Ein sich teils berührendes, teils freiliegendes Gemenge von Trümmern verschiedener Herkunft ist zusammengeschweißt durch Kalzitkörner wechselnder Größe. Die dunkle, bald graue, bald bräunlich bis lichtgelbe Färbung der verschiedenen Trümmer hebt sich vom weißen Kalzit des Zementes deutlich ab und ergibt so ein typisches Bild. Die Trümmer sind alle mehr oder weniger abgerundet, während der Kalzit des Zementes in scharfen Kanten aneinanderstößt, selten aber nur ein zackiges Ineinandergreifen zeigt.

Über die einzelnen Komponenten ist folgendes zu sagen:

**1.** Die Echinodermenskeletttrümmer machen zirka 25 bis 40 % aller Komponenten aus. Ich will hier einige Worte darüber sagen, woran man diese Trümmer stets in zoogenen Kalksteinen erkennen kann. Da ist einmal ihre biologische Struktur, die Gitterstruktur zu beobachten. Auf diese wurde in der deutschen geologischen Literatur zuerst von W. Stelzner in zwei Arbeiten, die 1864 und 1866 im N. J. f. M. erschienen sind, hingewiesen. Ich habe zwei Typen der biologischen Struktur unterscheiden müssen, die ich die positive und die negative Gitterstruktur genannt habe. Positiv nenne ich sie, wenn das Gebälk aus Kalzit besteht, negativ, wenn nur die Lücken aus Kalzit bestehen. Die kristallographische Struktur der Echinodermenskeletttrümmer ist ebenso einfach wie typisch. Als erster scheint Hessel 1826 darauf hingewiesen zu haben. Jedes anatomisch einheitliche Skelettglied besteht aus einem einheitlichen Kalzitkristall. Wenn man also unter dem Mikroskope ein einheitliches Kalzitkorn findet, das die Gitterstruktur hat, so ist das Bestimmen dieses Trümmers als ein Echinodermenskeletttrümmer ein leichtes. Schwieriger wird es, wenn, was meistens der Fall

ist, die Gitterstruktur erlischt. Die kristallographische Struktur, die kristallographische Einheit des Kalzitkornes, erhält sich weit länger, und das Gestein muß schon makroskopisch deutlich wahrnehmbare Umwandlungen durchgemacht haben, ehe diese auch erlischt. Bei den beiden von mir unterschiedenen Gitterstrukturen ist in der positiven das Gebälk, in der negativen die Poren einheitlich-orientierter Kalzit. In der positiven Gitterstruktur kann die Porenausfüllung auch aus $CaCO_3$ bestehen, nämlich aus mikrokristallin-unorientiertem $CaCO_3$, was man deutlich in polarisiertem Lichte erkennen kann. Ist die Porenausfüllung nicht mikrokristallin-unorientierter $CaCO_3$ und besteht sie nicht aus einer fremden Substanz, dann ist sie stets dem Gebälk gleich orientiert, und damit ist die Gitterstruktur erloschen. Wie in dieser Arbeit gezeigt wird, ist unvergleichlich viel häufiger die negative Gitterstruktur zu beobachten. In ihr sind, wie schon gesagt, nur die Porenausfüllungen aus kristallographisch einheitlich-orientiertem Kalzit gebildet, während das Gebälk nicht mehr aus reinem $CaCO_3$ besteht. Oft konnte man beobachten, daß das Gebälk aus mikrokristallin-unorientiertem $CaCO_3$ gebildet war, der dann immer durch trübe Medien dunkelgefärbt scheint. Wo diese Gitterstrukturen noch erhalten sind, können sie fast niemals im ganzen Echinodermenskeletttrümmer beobachtet werden, sondern nehmen nur mehr oder weniger große Partien in ihm ein. Was nun die Anordnung des Gitterwerkes betrifft, so ist dieselbe sehr verschieden. Manchmal ist sie so unregelmäßig, daß man für ihr Bild keine Beschreibung geben kann. In den meisten Fällen kann man beobachten, daß das Gebälk und die Poren $\pm$ nach zwei aufeinander Senkrechten angeordnet sind. In Trümmern, die anscheinend Querschnitte durch Krinoidenstielglieder oder Echinidenstacheln sind, konnte man auch eine Anordnung beobachten, die sowohl konzentrisch wie radial ist. Als ein weiteres Erkennungszeichen für die Echinodermenskeletttrümmer muß noch eine häufig vorkommende lichtgelbliche Eigenfärbung angeführt werden, wie auch die Tatsache, daß die meisten dieser Trümmer durch unbestimmbare, meist schwarze, staubartig verteilte Interpositionen getrübt sind.

Die Echinodermenskeletttrümmer dieses Gesteins zeigen von der Gitterstruktur wenig mehr. Man kann aber doch noch beide Arten stellenweise beobachten, die meist ineinander
54 übergehen. Die Substanz der Poren bei der positiven Gitterstruktur ist die sogenannte graue Masse. Sehr häufig sind jene Poren in zwei aufeinander Senkrechten angeordnet. Man kann dann beobachten, wie sie zuerst in der einen Richtung sich zusammenschieben, wodurch Streifen entstehen. Findet nun derselbe Vorgang in der Richtung senkrecht darauf statt, dann entsteht die negative Gitterstruktur. Häufig kann man innerhalb der Echinodermenskeletttrümmer flecken- oder fetzenartige Partien beobachten, die aus der sogenannten grauen Masse
2,7 bestehen. Man kann sich diese nur so erklären, daß man sie für zusammengedrängte Partien der ehemaligen Porenausfüllung ansieht, die durch einen Umkristallisationsvorgang, einen Reinigungsprozeß, auf gewisse Stellen zusammengedrängt wurden. Außer diesen geringen Resten der Gitterstruktur zeigen die Echinodermenskeletttrümmer in diesem Gesteine stets noch eine typische lichtgelbe Eigenfärbung. Woher diese stammt, vermag ich nicht anzugeben. Interpositionen, staubartig über den ganzen Trümmer verteilt, sind auch sehr häufig wahr-
2 zunehmen. Das Bild, das die Echinodermenskeletttrümmer in diesem Gesteine geben, kann

man folgendermaßen beschreiben: Mehr oder weniger gerundete Körner von lichtgelblicher Eigenfärbung, manchmal durch Interpositionen gräulich gefärbt, zeigen stellenweise noch ihre biologische Struktur in Form von negativer, seltener positiver Gitterstruktur. Immer ist das ganze Korn optisch einheitlich orientiert. Manchmal bereits bei zerstreutem durchfallendem Licht, deutlicher aber bei gekreuzten Nicols kann man erkennen, daß die Echinodermenskeletttrümmer fest in optisch gleich-orientiertem Kalzit eingebettet sind, dergestalt, daß die Grenzen der Echinodermenskeletttrümmer sich fast nie mit der Korngrenze des Gesteines decken, sondern daß jene fast lückenlos in eine weiße Kalzitmasse übergehen. Diese Übergänge sind häufig nicht mehr scharf, und dann ist es nicht mehr zu sagen, wo das Echinodermenskeletttrümmer aufhört und wo die Ankristallisation beginnt. Dies ist besonders da der Fall, wo die Eigenfärbung der Echinodermenskeletttrümmer sehr schwach und im Verlöschen ist. Dieses Verwischen der Grenze zwischen Echinodermenskeletttrümmer und Ankristallisation deutet noch darauf hin, daß eine molekulare Umlagerung in jenen Trümmern, von außen nach innen gehend und von der Ankristallisation ausgehend, stattfindet.

Die mittlere Größe der Echinodermenskeletttrümmer ist im Durchmesser 1,2 bis 0,5 mm, doch kommen auch bedeutend größere vor. So kommt in Schliff Nr. 23 ein Trümmer von 1,8 mm Länge und 0,6 mm Breite vor, der ein schräger Schnitt durch ein Krinoidenstielglied ist, wie man aus der Anordnung der Spuren der Gitterstruktur und aus dem Umstande, daß man noch Teile des Achsenbildes des Kalzites im konvergenten Lichte erkennen kann, schließen muß. Bekanntlich zeigt ein Schnitt durch ein Krinoidenstielglied oder Echinidenstachel senkrecht zur Längsrichtung des Stieles resp. des Stachels geschnitten stets sehr schön das Achsenbild des Kalzites, woran man diese Gebilde selbst da erkennen kann, wo die Form kaum mehr auf jene zu schließen gestattet. Was die kristallographische Ausbildungsart des Kalzites in den Echinodermenskeletttrümmern betrifft, so ist noch zu sagen, daß fast immer eine polysynthetische Zwillingslamellierung zu beobachten ist. Sehr häufig 53
sind die Zwillingslamellen etwas gebogen, was auf Druckwirkung hinweist, und außerdem darauf, daß diese Zwillingsbildung nicht etwa beim Schleifen entstanden ist. Diese Zwillingsbildungen setzen durch Echinodermenskeletttrümmer und durch die Ankristallisation gleichmäßig hindurch.

**2.** Die Bryozoenskeletttrümmer sind in allen Schliffen in wechselnder Häufigkeit zu beobachten. Ihre Gestalt ist in der Regel, wenn die Zellräume rund sind, rund, und oval, wenn diese oval sind. Ihre Größe wechselt sehr. Ihr Erhaltungszustand ist ein ziemlich gleicher. In Nr. 23 ist ein Bryozoenskeletttrümmer zu beobachten, der alle typischen Er- 1
kennungszeichen in sich vereinigt. Ich will darum eine genauere Beschreibung dieses geben. Er ist von ovaler Gestalt und hat eine Länge von 1,7 und eine Breite von 0,9 mm. Der Schnitt liegt so, daß auf der einen Seite die Zellkammern eine runde Form von wechselnder Größe zeigen, deren Durchmesser zwischen 0,2 und 0,05 mm schwankt, während sie auf der andern mehr der Längsachse nach geschnitten sind, so daß sie eine Tubenform haben. Die Zellkammern, die in diesen Trümmern die biologische Struktur repräsentieren, liegen um einen Betrag, der ungefähr gleich ihrem Durchmesser ist,

voneinander entfernt. Die Substanz der Zellkammerwände, in der jene Zellkammern liegen, besteht aus mikrokristallin-lamellarfasrig-orientiertem $CaCO_3$. Die Auslöschungsrichtung ist für die einzelnen Fasern eine fast gleichgesinnte, so daß der Schatten beim Drehen des Tisches kontinuierlich läuft. Dieser $CaCO_3$ zeigt im verstreuten durchfallenden Licht eine gelblich-bräunliche Färbung, die für den $CaCO_3$ der Zellwände aller besser erhaltenen Bryozoenskeletttrümmer typisch ist. Bei stärkeren Vergrößerungen kann man noch aus der Art, wie die Auslöschung erfolgt, erkennen, daß der $CaCO_3$ der Zellwände um jeden Zellraum herum etwas anders gelagert ist. Und zwar ist die Lagerung so, daß in Schnitten, wo die Zellräume mehr oder weniger rund sind, die Lamellen der Zellwände annähernd konzentrisch um die Zellräume lagern. Was nun die Zellräume selbst betrifft, so sind sie teils mit mikrokristallin-unorientiertem, trübem $CaCO_3$, häufiger aber mit authigenen, xenomorphen Kalzitkörnern wechselnder Größe ausgefüllt. Auch Glaukonit kann manchmal als Ausfüllungsmasse dienen. Als typisches Bild für die Bryozoenskeletttrümmer kann man also kurz folgendes angeben: Die biologische Struktur ist gegeben durch die Zellkammern, deren mittlerer Durchmesser, wenn sie mehr oder weniger rund sind, 0,1 mm beträgt. Die kristallographische Struktur ist eine mikrokristallin-orientierte, die durchaus für die Bryozoenskeletttrümmer typisch ist. Ihr genauer kristallographischer Aufbau müßte an rezenten Skeletten studiert werden. Typisch ist ferner die lichtgelblich bis bräunliche Eigenfärbung. Von dem hier gegebenen Bilde weichen einige Bryozoenskeletttrümmer insoweit ab, daß sie einer Umkristallisation dahin unterworfen waren, daß der mikrokristallin-orientierte $CaCO_3$ der Zellwände zerfiel, und zwar in mikrokristallin-unorientierten. Für dies Gestein muß gesagt werden, daß die Bryozoenskeletttrümmer die am besterhaltensten Komponenten sind.

3. Skelette von Foraminiferen oder deren Trümmer, die noch ihre eigene kristallographische Struktur mehr oder weniger zeigen, konnten in diesen sieben Schliffen nur einmal beobachtet werden. Es handelt sich um ein Gebilde, das große Ähnlichkeit mit der Abbildung der Fig. 78c, einem Querschnitt einer Amphistegina, in Steinmanns Einführung in die Paläontologie (1903) S. 69, hat. Die Foraminifere zeigt im vorliegenden Schnitt eine rhombische Gestalt, deren Längsachse 0,98 mm und deren kürzere Achse 0,52 mm beträgt. Die Schale besteht aus einem lichtgelblichen $CaCO_3$, während die Kammern teilweise mit der sogenannten grauen Masse ausgefüllt sind. Es ist aber fraglich, ob sich das heutige Bild der Schale mit dem ursprünglichen Gehäuse ganz deckt. Die Dichte der Schalenwand wechselt und beträgt im Mittel 0,05 mm. Die kristallographische Struktur der Schale ist die für Foraminiferen typische. Es verhält sich nämlich das ganze Gehäuse so, als ob es aus einem Sphärolithen geschnitten wäre. Es scheint mir nun, daß dieser sphärolithische $CaCO_3$ der Schale wenigstens nach innen zu weiter gewachsen ist. Ich habe auch in andern Schliffen beobachten können, daß der sphäroidal angeordnete $CaCO_3$ der Foraminiferenschalen weiter wächst. In dem hier beschriebenen Foraminiferenskelett kann man deutlich sehen, wie die erste Kammer, deren Durchmesser 0,08 mm beträgt, ganz aus sphäroidal angeordnetem $CaCO_3$ besteht und unter gekreuzten Nicols im durchfallenden zerstreuten Licht das Kreuz der Sphärolithe zeigt.

**4.** Über die kristallographische Struktur der Mollusken- und Molluskoidenschalen wissen wir noch wenig. Die hierher gehörigen Verhältnisse bei den rezenten Tieren sind zwar öfters von Zoologen und Physiologen untersucht worden, doch sind deren Ansichten noch widersprechend. In neuerer Zeit hat Prof. W. Biedermann, Jena, eine eingehende Untersuchung der Lamellibranchier- und Gastropodenschalen in der Jenaer Zeitschrift für Naturwissenschaft unter dem Titel: „Untersuchungen über den Bau und Entstehung der Molluskenschalen" (1901) veröffentlicht. Für diese beiden Tierklassen sind die Verhältnisse der Schalenstruktur bei den rezenten Tieren nunmehr fast völlig klargelegt, wenigstens soweit es sich um aragonitische Gastropodenschalen und gemischte Lamellibranchierschalen handelt. Ob aber die kalzitischen Gastropodenschalen und diejenigen Lamellibranchierschalen, bei denen die sogenannte Prismen- oder Stäbchenschicht aus Aragonit und die sogenannte Perlmutterschicht aus Kalzit besteht, so aufgebaut sind, wie Biedermann es ausführt, ist noch eine offene Frage, die wenig Wahrscheinlichkeit hat. Eben ist im Handbuch der vergleichenden Physiologie von Biedermann eine ausgezeichnete Zusammenfassung über alle hierhergehörige Fragen erschienen, auf die dringend hingewiesen sei. Aus all diesem geht hervor, daß zur Erklärung der Struktur der rezenten Schalen noch einiges zu erforschen übrig geblieben ist, und naturgemäß gilt dies noch viel mehr für die fossilen Schalen. Wir wissen nur, daß einige aragonitische Gebilde noch aus dem Dogger erhalten geblieben sind, während andere rasch verschwinden resp. sich in situ in Kalzit umwandeln. Höchstwahrscheinlich ist dies verschiedene Verhalten wenigstens teilweise von der primären kristallographischen Struktur abhängig. Wie sich nun die Umwandlung der aragonitischen Gebilde in die kalzitische Modifikation vollzieht, ist gänzlich terra incognita; ebenso unter welchen Bedingungen und wie sich die kalzitische Schale unter Verlust ihrer kristallographischen Struktur innerhalb derselben kalzitischen Modifikation beim Übergang vom rezenten in den fossilen Zustand und während dieses im Gesteine selbst umwandelt. Man darf, um nur einen Punkt herauszuheben, nicht vergessen, daß die Stäbchenschicht der rezenten Lamellibranchierschalen relativ recht viel organische Substanzen enthält, die in den fossilen Schalen gar nicht mehr zu beobachten sind. Von all den komplizierten Strukturen, die uns durch Biedermann bekannt geworden sind, konnte ich mit gewisser Wahrscheinlichkeit nur die der äußeren Schalenschicht der Lamellibranchier, die sogenannte kalzitische Prismenschicht wiedererkennen. Da es sich aber nicht um wirkliche Prismen im kristallographischen Sinne handelt, werde ich den alten Gümbelschen Namen „Stäbchenschicht" fernerhin gebrauchen, denn der Name, den Gümbel für den passendsten hielt, Wabenschicht, scheint mir weniger geeignet, da er ja der Wahrscheinlichkeit nach nur in einem Drittel der zu beobachtenden Fälle in typischer Ausbildung zur Beobachtung kommen kann. Nun besteht aber die Schale eines großen Teiles der Brachiopoden auch aus Kalzitstäbchen. Mir sind keine neuen und dem heutigen Stande der Dinge entsprechenden Untersuchungen bekannt geworden, die sich mit den Strukturverhältnissen der Brachiopodenschalen beschäftigen. Und da auch Biedermann bei seiner Beschreibung der Stäbchenschicht der Lamellibranchierschalen nicht auf etwaige Unterschiede jener beiden kalzitischen Stäbchenschichten eingeht, vermag ich zurzeit nicht zu sagen,

wodurch man beide unterscheiden kann. Ich werde darum im folgenden nur von der Stäbchenschicht sprechen, ohne auf die Frage einzugehen, woher der Trümmer stammt; es sei denn, daß man an der inneren Seite noch Spuren der sogenannten Perlmutterschicht finden kann. Was nun die einzelnen Stäbchen der Stäbchenschicht betrifft, so ist diese bei den rezenten Lamellibranchierschalen nicht immer aus kristallographischen Einheiten gebildet. Biedermann zeigte, daß 1. Zwischenlagen, die sich durch die ganze Stäbchenlage senkrecht zur Längsrichtung derselben hindurchsetzen und aus Conchiolin bestehen, vorhanden sind, und daß diese Substanz auch die einzelnen Stengel hülsenartig umhüllt; 2. daß ein solches von Conchiolin eingeschlossenes Stück eines Stengels dieser Schicht, z. B. bei Anodonta und Unio, nicht ein einheitliches Kristall ist, sondern aus übereinandergelagerten Sphärolithenscheibchen besteht, deren Achsen senkrecht zur Längsrichtung der Stengel liegen. Bei allen andern von ihm untersuchten Lamellibranchierschalen (Pinna, Perna, Crenatula und Avicula) dagegen verhielt sich jedes Stück eines Stengels wie ein einheitliches Kristall, und in Schnitten senkrecht zur Längsrichtung des Stengels konnte stets das Achsenbild des Kalzites im konvergenten Lichte gesehen werden. Otto Römer hat in seiner 1903 erschienenen Dissertation „Untersuchungen über den feineren Bau einiger Muschelschalen“ gezeigt, daß die Stengel von Anodonta Margeritana und Mellagrina nicht aus einheitlichen Kristallen, sondern aus je einem verzerrten Sphärolithen bestehen. Er denkt sich diese so entstanden, daß ein Sphärolith durch einseitiges Auswachsen zu einem Stengel wird, an dessen Anfang der ganze Sphärolith liegt. Er will diese wunderbare Ausbildung dadurch erkannt haben, daß er in Querschnitten, die nicht durch das obere Ende des Stengels, sondern etwas tiefer durch die einseitige Auswachsung gehen, das Bertransche Kreuz erkannt hat, während im Querschnitt durch den oberen Teil des Stengels das gewöhnliche Kreuz der Sphärolithe zu beobachten sei. Aus seinen Beobachtungen schließt er, daß die Prismenschicht aller Lamellibranchierschalen so aufgebaut sei, und polemisiert gegen Biedermann, ohne doch sich durch direkte Beobachtungen an den von Biedermann untersuchten Schalen davon zu überzeugen, ob Biedermann falsch beobachtet hat. Neuere Beobachtungen sind mir nicht bekannt, da Bütschli in seiner 1908 erschienenen großen Publikation, in der er die alveoläre Struktur des $CaCO_3$ fast aller organischer Kalkgebilde zu erweisen sucht, sich mit dieser Frage nicht beschäftigt. Was nun die fossilen Schalen betrifft, so sind mir keine speziellen Arbeiten darüber bekannt geworden, die sich auf die Resultate Biedermanns und Römers stützen würden und an paläontologisch bestimmtem Material etwaige Umwandlungen bei der Fossilisation untersucht hätten. Nur Krech geht in seiner Dissertation „Beiträge zur Kenntnis der oolithischen Gesteine des Muschelkalkes“ im Jahrbuch der Königlich Preußischen Geologischen Landesanstalt (1909) auf diese Frage flüchtig, aber sehr bestimmt ein. Er behandelt dort in dem Kapitel „Die Erhaltungsweise der Fossilien“ auf knapp zehn Seiten die Lamellibranchiaten-, die Gastropoden-, die Brachiopoden-, die Echinodermen- und die Foraminiferenskelette. Es sind hier eine Menge sehr interessanter Beobachtungen mitgeteilt. Leider fehlt aber jede genau kristallographische Beschreibung der beobachteten Schalentrümmer, sowie bis auf eine Brachiopode (Terebratula vulgaris) die Verifizierung durch paläontologisch bestimmtes Material. Es ist darum ganz

und gar nicht sicher, ob das, was Krech als Brachiopoden- resp. Lamellibranchiatenschalenreste bezeichnet, auch wirklich Schalentrümmer jener Tierklasse sind. Liest man jene zehn Seiten von Krech, so sollte man meinen, hier gebe es überhaupt keine offenen Fragen, und für jedermann, der sich der Mühe unterzieht, sich die Erkennungszeichen einzuprägen, wäre eine Bestimmung der einzelnen Trümmer im Dünnschliff ein leichtes. Das ist aber tatsächlich nicht so. Wir wissen so gut wie nichts über den Schalenbau fossiler Gastropoden und Cephalopoden und sehr wenig über den der Lamellibranchiaten. Es ist sehr schade, daß Krech, dem wahrscheinlich paläontologisch bestimmtes Vergleichsmaterial zur Verfügung stand, sich dieser Frage nicht mehr angenommen hat. So sind seine Beobachtungen fast wertlos. Seine Abbildungen sind auch wenig überzeugend. Ich wenigstens vermag in Fig. 3 Taf. 6 nicht das zu erkennen, was Krech im Texte anführt. Meiner Meinung nach ist also auch sein Schluß, daß die kalzitischen Fossilreste, die bereits im rezenten Zustande aus Kalzit bestanden, keinerlei Umlagerung der Substanz unterworfen gewesen sind, mindestens sehr gewagt. Die Verhältnisse sind hier sicher viel komplizierter. Kurz will ich noch erwähnen, daß auch in einer Reihe älterer Arbeiten die Angaben zu finden sind, daß diese oder jene Trümmer von Gastropoden-, Lamellibranchier- usw. Schalen herstammen. Fast nie wird angegeben, worauf sich diese Schlüsse stützen und wie die jetzt zu beobachtende Struktur aussieht. In der sehr interessanten Arbeit J. G. Bornemanns, „Beiträge zur Kenntnis des Muschelkalks, inbesondere der Schichtenfolge und der Gesteine des unteren Muschelkalks in Thüringen", aus dem Jahrbuch der Kgl. Preußischen Geolog. Landesanstalt (1885), die für mikroskopische Studien der Kalksteine sehr wichtig ist, ist leider auf die Strukturverhältnisse auch keine Rücksicht genommen worden. Wie mißlich es ist, wenn die Angabe fehlt, in welcher kristallographischen Form der $CaCO_3$ vorliegt, zeigt folgender Umstand. Bornemann bildet in seiner Arbeit, Tafel 9 Fig. 3, einen rundlichen Trümmer ab, den er als Stück einer Kalkalge (Zonotrichtitis) bezeichnet. Nach allem, was wir heute über den Erhaltungszustand der Kalkalgen wissen, kann man mit größter Wahrscheinlichkeit sagen, daß eine Kalkalge nicht so gut erhalten sein kann. Seine Abbildung hat vielmehr große Ähnlichkeit mit einem Querschnitt durch die Stäbchenschicht. Hätte er nun im Texte angegeben, aus was für kristallographischen Einheiten die einzelnen Polygone aufgebaut sind, so würde es heute, wo die Arbeiten Biedermanns bekannt sind, für einen jeden klar sein, worum es sich handelt. Besteht jedes Polygon aus einem einheitlichen Kalzitkristall und kann man etwa noch gar hie und da im konvergenten Lichte das Achsenbild des Kalzits erkennen, so hätte ich mit meiner Mutmaßung recht, daß es sich um einen Querschnitt durch die Stäbchenschicht handelt. Ist aber der $CaCO_3$ der einzelnen Polygone mikrokristallin-unorientiert, so ist damit zwar noch nicht bewiesen, daß es eine Alge ist, wohl aber, daß meine Vermutungen falsch sind.

Was nun in den sieben Dünnschliffen dieses Gesteines an Trümmern von der Stäbchenschicht zu erkennen ist, ist an Zahl nicht viel und in der Erhaltungsart sehr verschieden. Eine Sache des Zufalls ist es natürlich, daß viel mehr Längsschnitte als Querschnitte zu beobachten sind, denn nach der Wahrscheinlichkeit müßten auf je zwei Längsschnitte ein

Querschnitt, der die Wabenstruktur Gümbels zeigt, zu beobachten sein. Die äußere Form dieser Trümmer variiert ebenso wie die Größe. Sie zeigen im zerstreuten durchfallenden Lichte eine leicht gelbliche, ins Bräunliche spielende Eigenfärbung, sind meistens gerollt und nur sehr selten scharfkantig. Immer hebt sich der Trümmer gut und scharf von seiner Umgebung ab, nie konnte ich ein Weiterwachsen der Stäbchen beobachten. Wo es manchmal schien, daß die der Länge nach im Schliff getroffenen Stäbchen sich über das gelblich-bräunliche Gebilde hinaus fortsetzten, zeigte eine genauere Untersuchung, daß die optische Lage doch nicht die gleiche sei. Die kristallographische Struktur der Stäbchenschicht ist folgende: Jedes Stäbchen besteht aus einem einheitlichen Kalzitkristall. Beim Verlöschen dieser Struktur zerfällt das Stäbchen entweder in eine Reihe verschieden großer Kalzitkörner, oder es wachsen zwei Stäbchen zu einem Korn zusammen, was seltener der Fall ist. Gleichzeitig hellen diese Partien auf und sind im zerstreuten durchfallenden Lichte fast weiß. In ein und demselben Trümmer ist oft der Erhaltungszustand ein verschiedener. Einzelne Stäbchen haben noch ihre primäre Form, andere sind zusammengewachsen oder zerfallen.
54 Ich will nun einen Längsschnitt in Nr. 23d beschreiben. Derselbe hat eine ellipsenförmige Gestalt mit abgeflachten Längsseiten. Er ist 1,16 mm lang und 0,48 mm breit. Die Längsrichtung der Stäbchen liegt senkrecht zur Längsrichtung des Trümmers. Bei gewöhnlichem durchfallendem Lichte hat er eine gelbliche Eigenfärbung. Schon bei einer siebzigfachen Vergrößerung kann man im zerstreuten durchfallenden Lichte an den verschieden liegenden Spaltflächen erkennen, daß es sich nicht um ein einheitliches Kristall, sondern um eine Reihe von Einzelindividuen, deren Längsrichtung auch erkennbar ist, handelt. Bei einer 600fachen Vergrößerung kann man die Grenzen der einzelnen Stäbchen sehr gut unterscheiden. Nichts ist hierbei von den organischen Wänden, die die Stäbchen einst umhüllten, zu sehen, Kristall liegt hart an Kristall. Ebensowenig sind die organischen Wände vorhanden, die quer zur Längsrichtung der Stäbchen diese durchsetzten. Dagegen sind die Spaltungsflächen überall zu beobachten. Bei gekreuzten Nicols kann man tadellos scharf jedes Stäbchen einzeln erkennen, stets als ein einheitliches Kristall ausgebildet. Einige derselben weisen polysynthetische Zwillingslamellierungen auf, die sich manchmal im Rhomboederwinkel schneiden. Die einfachen polysynthetischen Zwillinge liegen fast immer senkrecht zur Längsachse des Stäbchens, und die, die sich im Rhomboederwinkel schneiden, so, daß der stumpfe Winkel dem Ende des Stäbchens zugekehrt ist. Die einzelnen Stäbchen sind nicht gleich dick, weder unter sich, noch ein und dasselbe Stäbchen in seiner ganzen Länge, sondern die Dicke variiert von 0,0125 bis 0,0875 mm. Ebensowenig sind sie gleich lang, da nicht alle die ganze Breite des Trümmers durchlaufen, sondern häufig auskeilen. Hier konnte nicht die bei Biedermann so schön und einleuchtend beschriebene Tatsache beobachtet werden, daß die Stäbchen in einer Richtung immer dicker werden, derart, daß auf der äußeren Seite der Schale viele Spitzen der Stäbchen liegen, die aber nicht alle bis an die andere Seite reichen, sondern teilweise auskeilen, und daß dann auf der inneren Seite nur wenige dickere Stäbchenenden liegen. Da diese Anordnung vom Wachsen der Stäbchen abhängt, also eine primär unbedingt vorhanden gewesene ist, muß man ihr Fehlen durch

beginnende Umlagerung erklären. Daß die Längsachsen der einzelnen Stäbchen unter sich nicht ganz parallel sind, ist selbstverständlich. Man kann in diesem Trümmer aber auch eine gewisse sichelartige Krümmung der einzelnen Stäbchen beobachten, die eine gleichgesinnte ist. Die Auslöschungsrichtung der einzelnen Stäbchen ist dagegen nicht gleichgesinnt, wenigstens auf kürzere Strecken nicht. Wenn man dagegen das Glück hat, einen längeren Schalentrümmer zu finden, und wenn dieser noch etwas gekrümmt ist, dann ist die Auslöschung doch im großen und ganzen eine fortlaufende. In dem hier beschriebenen Trümmer ist ein jedes Stäbchen sicher ein einheitliches Kristall, nur wo Umwandlungserscheinungen auftreten, findet man die oben angeführten Zerfall- oder Rekristallisationserscheinungen. In den hier beschriebenen Fällen ist die Auslöschung für jedes Stäbchen eine totale. Dies ist in einem andern Trümmer desselben Schliffes nicht der Fall. Hier läuft die Auslöschungsrichtung senkrecht zur Längsachse der Stäbchen. Dies deutet an, daß diese Stäbchen nicht einheitliche Kristalle sind, sondern aus Komponenten bestehen. Diesen Vorgang konnte ich nur ein einziges Mal in allen Schliffen beobachten. Man wird aber unwillkürlich an die oben erwähnte Beschreibung Biedermanns erinnert. Über die Art und Weise, wie die Stäbchenstruktur verlöscht, habe ich schon oben gesprochen. Zuerst scheint das Stäbchen in mehrere Kristallkörner zu zerfallen, wobei dieser Vorgang nicht von einem Punkte allein zu beginnen braucht, sondern hier und da auftritt, so daß zwischen optischen einheitlichen Stäbchen zerfallene liegen. Daneben kommen auch Rekristallisationserscheinungen vor, so daß aus zwei Stäbchen ein größeres Korn entsteht. Ausdrücklich möchte ich mich noch dagegen verwahren, als ob ich den Zerfall der einzelnen Stäbchen mir rein mechanisch vorstelle. Da häufig, aber nicht immer, diesem Zerfall ein Depigmentieren parallel geht, indem dann die umgewandelte Partie im zerstreuten durchfallenden Lichte mehr oder weniger weiß gegenüber der lichtgelblichen Eigenfärbung der Trümmer erscheint, so muß man kompliziertere Vorgänge annehmen. Über dies schwere Problem wage ich nicht mehr zu sagen. Von Querschnitten der Stäbchenschicht kann man in diesen Schliffen nur zwei Trümmer beobachten, die die Wabenstruktur zeigen. Alle andern sind so weit umgewandelt in mikrokristallin-unorientiertem $CaCO_3$, daß man die einzelnen Polygone nicht mehr unterscheiden kann. Das hierher gehörige Gebilde in Nr. 23d hat eine unregelmäßige Ellipsenform von 0,9 mm Länge und 0,5 mm Breite. Im zerstreuten durch- 56
fallenden Lichte zeigt sich die bekannte lichtgelblich bräunliche Eigenfärbung. Undeutlich kann man schon bei 100facher Vergrößerung einige Polygone bei diesem Lichte erkennen. Kreuzt man die Nicols, so sieht man, daß das ganze Gebilde in Polygone von verschiedener Seitenzahl zerfällt. Einige scheinen zusammengewachsen zu sein und sind dann optisch gleich-orientiert. Der Durchmesser der Polygone schwankt zwischen 0,1 und 0,025 mm und beträgt im Mittel 0,05 mm. Anzeichen eines beginnenden Zerfalles sind auch hier zu beobachten, aber im großen und ganzen ist jedes einzelne Polygon ein einheitliches Kristall. Im konvergenten Lichte bei gekreuzten Nicols zeigt jedes Polygon stets mehr oder weniger vom Achsenbilde des Kalzites. Polysynthetische Zwillingslamellierungen konnte man in den Polygonen nicht beobachten. In Nr. 23 kann man einen besonders schön erhaltenen Quer-

51 schnitt beobachten. Dieser Trümmer von annähernd runder Gestalt und einem Durchmesser von 0,65 mm zeigt im zerstreuten durchfallenden Lichte die typische Eigenfärbung. Bei gekreuzten Nicols sieht man sehr schön die einzelnen Polygone, deren Durchmesser zwischen 0,06 und 0,02 mm schwankt. Die Seitenzahl schwankt, beträgt aber meistens 6. Achsenbilder sind zu beobachten. Von den ehemals vorhandenen organischen Wänden ist nichts zu sehen.

**5.** Von andern bestimmbaren oder unbestimmbaren organogenen Trümmern kann man hier nur unbestimmbare Trümmer beobachten. Ich will hier nur kurz einige kristallographische Strukturen beschreiben. Da sind zuerst einmal häufig solche Gebilde zu sehen, die aus feinen Lamellen zusammengesetzt erscheinen. Ich will diese häufig wiederkehrende
49 Struktur als $\alpha$-Struktur bezeichnen, um bei der Beschreibung der folgenden Gesteine Wiederholungen zu vermeiden. In Nr. 23 ist ein solcher Trümmer gut zu beobachten. Es ist dies ein ovales Gebilde von 1,68 mm Länge und 0,52 mm Breite. Wie die andern organogenen Trümmer zeigt es im zerstreuten durchfallenden Lichte eine leicht gelblich-bräunliche Eigenfärbung, und bei ca. dreißigfacher Vergrößerung sieht man wie das ganze Gebilde der Länge nach von Rissen durchsetzt scheint, die mehr oder weniger der Längsachse parallel gehen, zu einem Ende hin etwas gekrümmt sind, auskeilen und von neuem auftreten. Bei stärkeren Vergrößerungen sieht man, daß die Risse schmale andersbrechende Bänder von $CaCO_3$ sind. Bei gekreuzten Nicols tritt der lamellare Aufbau noch deutlicher hervor. Man erkennt, daß das ganze Gebilde aus auskeilenden und wieder neu ansetzenden, unter sich mehr oder weniger parallelen Lamellen besteht, deren Längsachsen parallel der des Trümmers liegen. Die Dicke der Lamellen ist verschieden und beträgt, wo man sie noch scharf erkennen kann, 0,04 bis 0,002 mm. Durch Umkristallisation scheinen mehrere zu einer verwachsen zu sein, die dann wiederum in mikrokristallin-unorientierten $CaCO_3$ sich umzusetzen beginnen. Die optische Lage dieser Lamellen, oder Fäden, als die sie sich im Dünnschliffe eigentlich zeigen, ist für $^9/_{10}$ die fast gleiche und für das letzte Zehntel, nämlich für die bei geringer Vergrößerung als Risse sich abhebenden Partien um ca. 20° geneigt. Sie verlöschen annähernd dann, wenn die Fäden mit den Nicolhauptschnitten parallel liegen. Die hier gegebene Beschreibung könnte auf eine Struktur, wie sie die innere Perlmutterschicht der Lamellibranchier haben, gedeutet werden, wenn die Schale senkrecht zur Oberfläche durchschnitten wird. Da diese Trümmer aber keine Spur von einer Stäbchenschicht aufweisen, so könnte man auch an Gastropodenschalen denken, obgleich die verfilzte Struktur dieser Schalen im rezenten Zustande hier nicht hervortritt. In einem sonst scheinbar ganz hierher gehörigen Gebilde, in Nr. 23c, verlief die Auslöschung anders. Die Fäden löschten hier bei etwa 45° zu ihrer Längsrichtung aus, und da sie etwas gekrümmt sind, ergibt es sich, daß zuerst das eine Ende des Trümmers, dann die Mitte und zuletzt das andere Ende verlöschen. Die Pseudorisse traten hier deutlich als aus mikrokristallin-unorientiertem $CaCO_3$ bestehend hervor. Dies Phänomen, daß der Auslöschungsschatten fast senkrecht zur Richtung der Fäden und parallel zur Breite des Trümmers dieses durchläuft, tritt noch häufig auf in den hierher gehörigen Gebilden.

Eine andere kristallographische Struktur, die $\beta$-Struktur, tritt auch einigemal auf und ist an nadelförmigen Gebilden von wechselnder Länge und Dicke zu beobachten. In Nr. 23c mißt ein solches Nadelstück 5,2 mm in der Länge, wobei deutlich zu erkennen ist, 3
daß es an beiden Enden, am dicken wie am dünnen, abgebrochen ist. Die Breite läßt sich nicht gut angeben, da nur der innere Teil der Nadel deutlich erhalten ist. Dieser hat einen Durchmesser von ca. 0,3 mm. Dieser Trümmer ist aufgebaut aus mehr oder weniger gleich dicken und gleich-orientierten geradlinigen Faserbündeln, die in einem Winkel von ca. 35° in der Mitte des Gebildes aufeinanderstoßen, das dadurch eine vogelfederähnliche Struktur erhält. Die Spitze, unter der sich die Bündel in der Mitte des Gebildes treffen, scheint dem dickeren Ende desselben zugekehrt zu sein. Die Bündel sind zwischen 0,04 und 0,01 mm dick. Die einzelnen Fäden, aus denen sie zusammengesetzt sind, lassen sich nur noch undeutlich bei gekreuzten Nicols unterscheiden. Meist verhalten sie sich jetzt wie ein einheitliches Kristall. In der Regel löschen diese Bündel dann aus, wenn ihre Längsrichtung mit einem Nicolhauptschnitt zusammenfällt. Es ist also meist die eine Seite der Federstruktur dunkel, die andere hell. Doch liegen immer einige Bündel dazwischen, die sich gerade umgekehrt verhalten, was ein Zeichen der Umkristallisation ist. Bei einer Stelle, wo mehrere Bündel sich zu einem einheitlichen Kristalle vereinigt haben, ist dies besonders gut zu beobachten. Die so struierte Mittelpartie der Nadel ist im zerstreuten durchfallenden Lichte gelblich bis bräunlich. Das primäre Gebilde bestand aber noch aus andern Teilen. Diese sind leider so weit umgewandelt, daß man wenig mehr erkennen kann. Dies scheint aber sicher, daß die Federstruktur nur den Kern der Nadel bildete und außen von einer Faserschicht umgeben war, in der die Fasern mehr oder weniger parallel der Längsrichtung der Nadeln verliefen. Die Dicke dieser Faserschicht erscheint hier sehr wechselnd, was aber nur auf das mangelhafte Erhaltensein dieser Schicht beruht, die außerdem, daß sie mechanisch zerstört wurde, auch noch eine strukturelle Umwandlung in mikrokristallin-unorientierten $CaCO_3$ erlitt. Aus dem, was man jetzt noch an einer Stelle an dieser Nadel beobachten kann, muß man schließen, daß jene Faserschicht in der Längsrichtung wellenförmig verlief, und da die Wellenberge und Täler im vorliegenden Schnitt nicht gleich große Amplituden zeigen, kann man annehmen, daß es warzenähnliche Auswüchse an der Außenwand der Nadel waren, die unsymmetrisch in der Längsrichtung lagen. Von diesen Nadeln sind in jedem Schliffe einige zu beobachten.

In Nr. 23b und 23d kommt einigemal eine Art von Gebilden vor, deren eigenartige kristallographische Struktur — $\gamma$-Struktur — ich kurz an einem Beispiel in Nr. 23d beschreiben will. Das Gebilde ist oval, ca. 1,5 mm lang und 0,75 mm breit. Im gewöhn- 52
lichen durchfallenden Lichte hat es die bekannte lichtgelbe, bräunliche Färbung. Bei 600facher Vergrößerung kann man schon in diesem Lichte eine Dreiteilung des Gebildes, die parallel der Längsachse geht, beobachten. Die beiden so entstehenden Außenschichten zeigen eine Rillung parallel zur Längsrichtung des Trümmers, die innere Partie zeigt keinerlei Aufbau. Kreuzt man nun die Nicols, so ist diese Dreiteilung sehr auffällig. Die beiden äußeren Schichten haben andere, unter sich aber gleiche Polarisationsfarben als die mittlere Partie.

Dreht man den Tisch, so durchläuft der Schatten der Auslöschung die beiden äußeren Schichten parallel zur Längsrichtung. Die innere bleibt in allen Stellungen gleich dunkel und zeigt im konvergenten Lichte das Achsenbild des Kalzites. Beachtenswert ist nun, daß die innere Schicht umgewandelt ist. Dafür spricht deutlich eine noch teilweise erhaltene keilförmige Einlagerung, die von einem Ende der Schicht ausgehend, der Längsrichtung nach, in dieser liegt. Diese noch nicht umgewandelte Partie zeigt im gewöhnlichen Lichte bei starker Vergrößerung Spuren der Rillung, löscht bei gekreuzten Nicols aus, und zwar in derselben Art wie die Außenschichten. Am anderen Ende der inneren Schicht liegt anstoßend an diese ein großes authigenes Kalzitkristall, das eine dort befindliche Lücke in den allothigenen Trümmern ausfüllt. Dieses Kalzitkorn umschließt den hier in Frage kommenden Schalentrümmer an einem Ende der Ellipse und ist optisch gleich orientiert mit der Mittelschicht des Trümmers. Bei zerstreutem durchfallendem Lichte sind die Grenzkonturen zwischen der Mittelschicht des Trümmers und dem authigenen Kalzitkorne noch gut erkennbar. Bei gekreuzten Nicols dagegen sieht die Mittelschicht nur wie ein Arm des authigenen Kristalles aus. Dies hier Beschriebene ist aus mehreren Gründen sehr interessant. Nicht nur zeigt es, daß jener Trümmer aus drei verschieden struierten Schichten aufgebaut ist, denn sonst ist es unbegreiflich, daß nur die Mittelschicht umgewandelt ist, sondern vor allem auch, daß das vorhandene authigene Kristall eine orientierende Umwandlungskraft auf den Trümmer und speziell nur auf die innere Schicht ausübte. Es hätte, wenn es diese Kraft auch auf die anderen Schichten ausüben könnte, eine dieser, die ihm viel mehr Angriffsfläche bot, auch umwandeln müssen, was aber nicht geschehen ist. Für den selbständigen Charakter der Mittelschicht spricht noch ferner, daß die Umwandlung die ganze innere Schicht von außen, von den Grenzflächen mit den äußeren Schichten, nach innen zu betroffen hat, während die Mitte — der oben erwähnte Keil — noch der Umwandlung harrt. Es scheint klar, daß dieser ganze Prozeß nur als ein molekularer, ohne ein Inlösunggehen, und im schon verfestigten Gesteine sich abspielender, denkbar ist. Genau dieselben Verhältnisse zeigt ein Trümmer in Nr. 23b, mit dem Unterschiede, daß hier der Auslöschungsstreifen in den beiden äußern Schichten nicht im gleichen Sinne läuft. Während dieser in dem früher beschriebenen Trümmer im Sinne der Drehung des Tisches läuft, d. h., wenn ich den Trümmer so eingestellt habe, daß seine Längsrichtung N/S liegt und ich dann den Tisch von links nach rechts drehe, so läuft der Schatten im linken äußeren Teile von außen nach innen, im rechten dagegen von innen nach außen, also beide Male von links nach rechts. Stelle ich den Trümmer in Nr. 23b ebenso in dem Gesichtsfelde auf, so läuft der Schatten in der einen äußeren Schicht auch in der Richtung der Drehung des Tisches, in der anderen dagegen im umgekehrten Sinne. Die Auslöschungsstreifen laufen also entweder beide von der mittleren Schicht zum Rande oder umgekehrt beide vom Rande zur mittleren Schicht.

Andere kristallographische Strukturen sind noch verschiedener Art in diesem Schliffe zu beobachten. Ich kann hier aber nicht näher auf sie eingehen. Meistens ist ihre Erhaltungsweise eine mehr oder weniger undeutliche, so daß durch eine Beschreibung ein auch nur halbwegs klares Bild nicht zu erzielen wäre.

**6.** Ooide kommen als allothigene Komponenten einigemal in den sieben Schliffen vor. Stets haben sie einen klastischen Kern, der hier immer ein kleiner organogener Trümmer ist. Die konzentrischen Ringe haben immer im zerstreuten durchfallenden Lichte eine lichtgelblich ins Bräunliche gehende Eigenfärbung.

**7.** Unter Mikrogeröllen verstehe ich kleine gerollte Brocken von Kalksteinen, die sich als allothigene Bestandteile in diesem Gesteine vorfinden. Sie sind in diesen Schliffen sehr häufig zu beobachten und im zerstreuten durchfallenden Lichte an ihrer grauen Färbung zu erkennen. Ihre Form ist verschieden, aber meistens rund, ihre Größe schwankend, der Durchmesser beträgt im Mittel zwischen 1,2 und 0,4 mm. Manchmal lassen Partien aus hellerem $CaCO_3$, die in ihnen zu sehen sind, auf Reste von Organismen schließen, die aber nie mehr zu deuten sind. Häufig zeigen sie Umwandlungserscheinungen, besonders im Kontakte mit Echinodermenskeletttrümmern. Außerdem konnten in den Schliffen 23b und 23d kantige Mikrogerölle eines zoogenen, oolithischen Kalksteines erkannt werden, die einen mittleren Durchmesser bis 5 mm aufweisen und durch ihre kantige Form auffallen, die in so starkem Gegensatze zu den anderen Mikrogeröllen steht.

In Nr. 23e ist einmal in all diesen Schliffen ein Mikrogeröll zu beobachten, das den Charakter des Grünsandsteins trägt. Es ist dies ein längliches, gerundetes Geröll, dessen Längsachse ca. 1 mm mißt. Es besteht aus der sogenannten grauen Masse und enthält in sehr dichter Lagerung eine Menge scharfkantiger Quarz- und Feldspat- und rundlicher Glaukonitkörner, deren mittlerer Durchmesser zwischen 0,012 und 0,08 mm schwankt.

**8.** Unter Paramorphosen nach organogenen Skeletten verstehe ich sowohl alle Umwandlungsprodukte, bei denen die primäre Struktur — sowohl die biologische wie die kristallographische — verlöscht ist, als auch sekundäre Ausfüllungen von Hohlräumen, die ihren Ursprung dem Weggelöstwerden organogener Skelette verdanken. Von der biologischen Struktur ist nichts mehr erhalten als die äußeren Formen, diese aber oft sehr scharf. Die kristallographische Struktur ist gänzlich erloschen, die Paramorphose besteht entweder aus mikrokristallin-unorientiertem $CaCO_3$, der häufig durch trübe Medien gefärbt wird, so daß dann die sogenannte graue Masse vorzuliegen scheint, oder sie besteht aus xenomorphen, authigenen, mehr oder weniger reinweißen Kalzitkörnern, wenn sie eine Ausfüllungsparamorphose ist. Häufig zeigen die Paramorphosen aus mikrokristallin-unorientiertem $CaCO_3$ wiederum ihrerseits Umwandlungstendenzen nach einem grobkörnigen Kalzite hin, welcher Erscheinung ein Hellerwerden parallel geht. Es scheint mir wahrscheinlich, daß alle Paramorphosen von mikrokristallin-unorientiertem $CaCO_3$ ihre Umwandlung vor oder während der Diagnese des Gesteines durchgemacht haben. Es versteht sich von selbst, daß ein großer Teil dieser Paramorphosen nicht nach ganzen Skeletten gebildet ist, sondern nach ihren Trümmern. Dies letztere gilt auch für die Ausfüllungsparamorphosen.

Was nun die Paramorphosen in diesen Schliffen betrifft, so bestehen sie meistens aus der sogenannten grauen Masse, sehr selten kann man noch erkennen, wonach sie gebildet sind. Nur hin und wieder vermag man eine Foraminifere, wahrscheinlich Miliolide, als Ursprung für die Paramorphose zu erkennen. Bei diesen Foraminiferen ist zu sagen,

daß ihre Kammern nur andeutungsweise zu sehen sind. Diese sind heute meist mit derselben Substanz angefüllt, aus der die Paramorphose nach ihrem Gehäuse besteht. In Nr. 23d ist ein Längsschnitt durch eine miliodenähnliche Foraminifere von 1,2 mm Länge und 0,8 mm Breite zu sehen. Das ganze Gebilde würde man für ein Mikrogeröll aus mikrokristallin-unorientiertem, durch trübe Medien grau gefärbten $CaCO_3$ halten, wenn man nicht hellere, eigentümlich angeordnete Partien von Kalzit in körniger Ausbildungsform beobachten könnte. Diese sind so angeordnet, daß man sie unschwer als Partien der Ausfüllungsmasse von Kammern der Foraminifere erkennen kann. Während also die Mehrzahl der Kammern ganz oder teilweise heute durch nichts mehr in ihrer Substanz von den Wänden der Foraminiferenskelette zu unterscheiden sind, sind einige derselben ganz oder teilweise mit hellerem, körnigem $CaCO_3$ angefüllt. Erinnert man sich, daß auch richtige Mikrogerölle, die aus ganz derselben Substanz wie diese Foraminifere gebildet sind, Aufhellungserscheinungen zeigen, so wird einem klar, daß die in dieser Foraminifere auftretende Erscheinung einen sekundären Ursprung hat. Ich stelle mir den ganzen Bildungsgang dieses Phänomens so vor: Nachdem eine Miliolidenschale von Kalkschlamm ausgefüllt war, wandelte sich vor oder während der Diagnese des Gesteines die Miliolidenschale in dieselbe Substanz um, aus der ihre Ausfüllung besteht. Wenn man zu dieser Zeit einen Schliff durch die Miliolide gelegt hätte, so wäre von den Kammern nichts mehr zu sehen gewesen. Die späteren Umwandlungen, denen das Gestein ausgesetzt war, veranlaßten eine beginnende Umkristallisation. Durch diese wurde der mikrokristallin-unorientierte $CaCO_3$ in körnigen verwandelt. Es ist nun natürlich nicht Zufall, daß die Kammerpartien zuerst dieser Umkristallisation unterworfen wurden, sondern zeigt an, daß trotz scheinbar gleichem Aussehen eben doch ein Unterschied zwischen Ausfüllungsmasse und Paramorphosensubstanz nach der Schale besteht, eine Tatsache, die ja auch ganz natürlich ist.

Von anderen Paramorphosen aus mikrokristallin-unorientiertem, trübem $CaCO_3$ sind noch solche nach Muschelschalen unbestimmbarer Herkunft zu erwähnen, so z. B. in Nr. 23b.

Zu den Paramorphosen gehört noch ein anderes Gebilde, das sehr häufig in diesem Gestein auftritt. Es sind dies ellipsenförmige Körner, deren kleinere Achse im Verhältnis zur größeren variiert, so daß sie bald flach sind, bald eine eiförmige Gestalt haben. Die Längsachse schwankt zwischen 2,4 und 0,8 mm und beträgt im Mittel etwa 1,6 mm. Die kleinere Achse schwankt zwischen 0,8 und 0,4 mm und beträgt im Mittel etwa 0,6 mm. Der Trümmer besteht aus mikrokristallin-unorientiertem $CaCO_3$, der durch trübe Medien dunkler, als gewöhnlich die sogenannte graue Masse, gefärbt ist. Dieser Substanz sind eine Menge eckiger und buchtiger Quarzkörner von wechselnder Form und Zahl und einem Durchmesser, der zwischen 0,03 und 0,005 mm schwankt, eingelagert. Im zerstreuten durchfallenden Lichte ist die Farbe dieser Trümmer je nach der Menge der Quarzkörner wechselnd, und zwar von weiß mit etwas graubraunen Flecken und Fetzen, bis zu graubraun mit einigen weißen Körnern. Im gewöhnlichsten Fall halten sich beide Bestandteile etwa die Wage. Man könnte dies Gebilde auf den ersten Blick für ein Mikrogeröll eines quarzreichen Mergels halten, wenn nicht genauere Beobachtungen einen eines Besseren belehren würden. Da ist erstens

die Gestalt, die, abgesehen von der eigentümlichen flach elliptischen Form, manchmal andeutet, daß die eine Längsseite der Ellipse in der Mitte einen Knick hat, der nach innen gerichtet ist. Dies kann man in den Schliffen 23, 23c, 23d beobachten. Weiter kann man 3, 6, 7
in einem Viertel der hierhergehörigen Gebilde beobachten, daß die Quarzkörner in Längsreihen angeordnet sind, die der Längsachse des Gebildes ungefähr parallel laufen und häufig sogar eine gewisse Krümmung zeigen, so daß sie dann dem einen Ellipsenrande konzentrisch liegen. Besonders gut ist dies in einem Schliffe Nr. 25 zu beobachten. Herr Prof. Dr. Salomon- 7
Heidelberg hatte die Liebenswürdigkeit, mich darauf aufmerksam zu machen, daß es sich hier vielleicht um Orbitulinen handelt, und daß die Quarzkörner agglutiniert und also allothigen sein könnten. Es ist nun hier der Platz, darauf hinzuweisen, wie außerordentlich schwer es häufig ist, authigene von allothigenen Quarzkörnern in Kalksteinen zu unterscheiden, wenn sie in dieser Kleinheit auftreten. Das scheinbare Hereinragen von $CaCO_3$-Partien in den Quarz ist kein Zeichen einer Verdrängung von ersterem durch diesen. Das was früher immer als sicheres Zeichen für allothigenen Quarz angesehen wurde, nämlich Gas- und Flüssigkeitseinschlüsse, ist seit den Untersuchungen der Kalksteine des kroatischen Karstgebirges durch Tucan, der in authigenen Quarzkörnern Flüssigkeitseinschlüsse nachweist, nicht mehr stichhaltig oder doch für die Praxis wertlos geworden, besonders da es in so kleinen Körnern nur sehr Geübten möglich sein wird, Gas- von Flüssigkeitseinschlüssen zu trennen. Das sicherste Zeichen für authigenen Quarz dürfte noch die Reinheit der Bildung sein. Dagegen ist trüber Quarz darum noch lange nicht allothigen. Tucan fand häufig Verunreinigungen durch kohlige Substanzen, und ich konnte in anderen Gesteinen beobachten, daß authigene Ankristallisationen an Quarzkörnern zweifelhafter Herkunft, die $CaCO_3$ verdrängt hatten, eine gelbliche Farbe zeigten, die wohl durch Eisenverbindungen, die im verdrängten $CaCO_3$ verteilt gewesen waren, bedingt ist. Ein weiteres Zeichen für authigenen Quarz ist es, wenn man Relikte einer anderen Substanz finden kann. Dann ist es sicher, daß der Quarz jene verdrängt hat. So ist es mir denn auch hier nicht möglich, mit Sicherheit zu sagen, ob es sich um allothigene oder authigene Quarzkörner handelt. Meine persönliche Meinung geht aber dahin, daß diese Quarzkörner authigen, also nicht agglutiniert sind. Ich halte sie für authigene Ausfüllungen von Kammern orbitulinenähnlicher Foraminiferen. In dieser Meinung wurde ich noch durch Herrn Prof. Dr. Wülfing-Heidelberg bestärkt, der die große Liebenswürdigkeit hatte, diese Schliffe mit mir durchzusehen. Daß die Quarzkörner stets sehr frisch und von reiner weißer Farbe sind, spricht ebenso dafür, wie der Umstand, daß einige Male Gebilde beobachtet werden konnten, die zu den hier beschriebenen Gebilden mehr oder weniger zu gehören schienen, nur daß sie statt der Quarzkörner weiße Kalzitkörner eingeschlossen enthielten. In Nr. 23b kann man drei solche Gebilde beobachten, in denen man deutlich sieht, daß symmetrisch liegende Kammern mit authigenem weißem $CaCO_3$ in feinkörniger Ausbildung angefüllt worden sind. Meiner Meinung nach handelt es sich um Skelettreste orbitulinenähnlicher Foraminiferen, die hier als Paramorphosen von mikrokristallin-unorientiertem, durch trübe Medien graubraun gefärbten $CaCO_3$ nach ihren primären Schalen vorliegen. Die Kammern waren ursprünglich

durch authigenen feinkörnigen $CaCO_3$ ausgefüllt. Dieser wurde allmählich durch $SiO_2$ verdrängt, und nach und nach griff die $SiO_2$ auch den mikrokristallin-unorientierten $CaCO_3$ der Paramorphosen nach den Gehäusen an, und so entstanden dann die im zerstreuten durchfallenden Lichte fast weißen Formen, die nur noch von einigen bräunlichgrauen Fetzen und Punkten — den trüben Medien — des mikrokristallin-unorientierten $CaCO_3$ durchsetzt sind. Wenn man solche Stellen im Schliff mit verdünnter HCl behandelt, zerfallen diese Gebilde nicht. Der etwa noch vorhanden gewesene $CaCO_3$ spielt also keine große Rolle mehr. In diesem Stadium der Verkieselung bestehen diese Gebilde eben nur noch aus Quarzkörnern und den trüben Medien, während der $CaCO_3$ nur noch in Spuren vorkommt. Man kann dann eigentlich nicht mehr von Quarzkörnern sprechen, sondern von einem Quarzgeflecht, in dem die Körner ineinander übergehen und ein zusammenhängendes Netzwerk bilden.

Scheinbar gehört hierher ein merkwürdiges Gebilde, das in Nr. 23e vorkommt. Ein flacher Kelch aus bräunlich gefärbtem mikrokristallin-orientiertem $CaCO_3$, der eine gewisse Ähnlichkeit mit demjenigen der biologischen Struktur der Bryozoenskelette hat, trägt einen Trümmer vom Habitus der oben beschriebenen Foraminifere. Die gebogene Anreihung der Quarzkörner ist konkav dem Kelchinnern abgekehrt. Die Vereinigung ist eine so innige, daß selbst bei schärfster Vergrößerung keine mechanische Grenze, sondern nur eine strukturelle zu erkennen ist.

**9.** Das allothigene Zement spielt in diesem Gesteine gar keine Rolle. Es ist natürlich nicht gesagt, daß nicht hier und da feiner organogener Kalkschlamm mit zur Ablagerung kam, eine Rolle als Zement aber spielt dieser nicht.

**10.** Ankristallisationen können hier bei allen Echinodermenskeletttrümmern beobachtet werden. Als solche nehmen sie am Gestein einen bedeutenden Anteil. Wie groß diese Ankristallisationen werden, hängt einzig vom vorhandenen Raum ab. Da die Lagerung der Komponenten eine recht lose ist, so ist die Rolle, die diese Ankristallisationen spielen, eine große. Wir haben uns die Entstehung dieser Gesteine so zu denken: Es handelt sich wahrscheinlich um eine Schilfablagerung. Nachdem die biogenen und besonders die minerogenen Komponenten eine Zeitlang der Wellenbewegung und der Korrosion ausgesetzt waren, gelangten sie an einem Ort zur Ablagerung, welcher der Wellenwirkung nicht mehr ausgesetzt war, und zwar war ihre Lagerung hier eine recht lockere. Die Komponenten bildeten also ein relativ lockeres Haufwerk, das in sich viele Lücken hatte. Woher nun der $CaCO_3$ stammt, der zur Bildung der Ankristallisationen und des authigenen Zementes dient, ist schwer zu sagen. Es ließen sich Gründe dagegen anführen, wenn man ihn sich, als von in Lösung gegangenen Kalkskeletten des Planktons stammend denkt. Anderseits kann man sich noch weniger vorstellen, daß er von den zur Ablagerung gelangten Komponenten selbst herstammt. Tatsache ist aber, daß er dagewesen sein muß und daß seine Lösung die Ablagerung durchtränkt haben muß. Nach dieser allgemeinen Vorstellung über die Entstehung des Gesteins ist es leicht begreiflich, welche Rolle in diesem Gestein die Ankristallisationen spielen. Wo ein Echinodermenskeletttrümmer lag, der bekanntlich kristallographisch ein einheitliches Kalzitindividuum ist, da wuchs dieser weiter fort, und diese Ankristallisation erstreckte sich so weit,

als Raum vorhanden war. Im Schliffe sieht man nun die Echinodermenskeletttrümmer fast immer von allen Seiten von ihren Ankristallisationen umgeben, die bis zu den Komponenten, die den Echinodermenskeletttrümmer umlagern, reichen. Natürlich ist dies im Raume nicht denkbar. Es kann kein authigenes Stützzement geben. Authigenes Zement kann nur Lückenzement sein. Der Echinodermenskeletttrümmer muß ja irgendwo aufgelegen haben, was man auch hier und da im Schliff beobachten kann. Nach dem hier Gesagten leuchtet es ein, daß man mittlere Größenangaben für die Ankristallisationen nicht geben kann, weil diese von Fall zu Fall sehr wechseln. Im Schliffe übertreffen sie häufig an Größe die Echinodermenskeletttrümmer. Was ihren mineralogischen Charakter betrifft, so heben sie sich in zerstreutem durchfallendem Lichte durch ihre rein weiße, selten durch Verunreinigungen getrübte Färbung von den anderen Komponenten und meist auch deutlich von den Echinodermenskeletttrümmern ab. Eine Ausnahme hiervon bilden die Fälle, wo die Eigenfärbung der Echinodermenskeletttrümmer dem Verlöschen nahe ist, was bei diesen Trümmern von außen nach innen vorzugehen scheint. Fast immer zeigen die Echinodermenskeletttrümmer polysynthetische Zwillingslamellierungen, die gleichermaßen Ankristallisation und Echinodermenskeletttrümmer durchsetzen. Wo zwei Ankristallisationen aneinander stoßen, da tun sie dies immer in scharfen Linien. Fast nie konnte ich hier ein zackiges Ineinandergreifen beobachten.

**11.** Das authigene Zement spielt in diesem Gestein eine recht bedeutende Rolle. Wenn auch manchmal zu beobachten ist, daß die Ankristallisation eines Echinodermenskeletttrümmers beim Weiterwachsen die nächstliegenden Komponenten, die nicht Echinodermenskeletttrümmer sind, gleichsam umwächst, so ist es doch klar, daß bei der relativ geringen Anzahl von Echinodermenskeletttrümmern eine Reihe von Lücken zwischen Komponenten vorhanden waren, die von den Ankristallisationen nicht ausgefüllt wurden. Diese sind nun in diesem Gestein durch authigene, xenomorphe Kalzitkörner — dem authigenen Zemente — ausgefüllt. Wie früher gesagt wurde, schwankt der mittlere Gehalt der Echinodermenskeletttrümmer in diesem Gestein. Es gibt Partien, wo ihre Anzahl die Summe aller anderen Komponenten übersteigt. In diesen Partien ist es fraglich, ob ein scheinbar freiliegendes, authigenes Kalzitkorn nicht doch nur ein Arm einer Ankristallisation eines Echinodermenskeletttrümmers ist, der im Raume über oder unter der Schliffebene lag. Dafür gibt es aber wieder andere Stellen, wo es fraglos ist, daß die authigenen, freiliegenden Kalzitkörner auch im Raume freiliegend sind. Die Größe dieser authigenen Kalzitkörner ist beträchtlichen Schwankungen ausgesetzt. Im Mittel beträgt ihr Durchmesser 0,4 bis 0,1 mm, doch gibt es authigene Kalzitkörner, die einen Durchmesser bis 0,8 mm haben. Der mineralogische Charakter dieser authigenen, xenomorphen Kalzitkörner ist gleich denen der Ankristallisationen. Polysynthetische Zwillingslamellierung ist häufig zu beobachten. Verunreinigungen durch Interpositionen kommen sehr selten vor. Durch ihre reine weiße Farbe heben sie sich gut von den allothigenen Komponenten ab.

**12.** Quarz kommt in Form von authigenen und allothigenen Quarzkörnern vor. Die in den orbitulinenähnlichen Gebilden wurden schon erwähnt. Sie sind hier aller Wahrschein-

lichkeit nach authigen und sicher zum mindesten im Gestein weitergewachsen. Sicher allothigene Quarzkörner konnten auch einige Male beobachtet werden. Daß sie selten sind, ist bei dem Fehlen von allothigenem Zement nicht wunderbar. Das größte hierhergehörige Quarzkorn, das in Nr. 23d zu beobachten ist, hat eine elliptische Form und einen Durchmesser von 2 mm bei einer Breite von 0,6 mm. Es ist nicht weiter gewachsen, setzt scharf gegen die anlagernden organogenen Trümmer und authigenen Kalzitkörner ab und zeigt undulöse Auslöschung. Größere authigene Quarzkörner können in den Schliffen 23b und 25 beobachtet werden. In ersterem ist ein authigenes Quarzkorn zu sehen, das einen Durchmesser von 0,88 mm hat, und dessen authigener Charakter durch eine Anzahl $CaCO_3$-Relikte, die merkwürdigerweise alle in derselben Stellung auslöschen, bewiesen wird. Eine weit größere Rolle als in der Ausbildungsform von authigenen Quarzkörnern, spielt die authigene $SiO_2$ in der Form von Verdrängungspseudomorphosen nach organogenen Trümmern. Man kann sagen, daß außer den Echinodermenskeletttrümmern, den Bryozoenskeletttrümmern und den Trümmern der Stäbchenschicht alle anderen organogenen Trümmer eine gewisse Tendenz zur Verkieselung zeigen. Dies ist nicht so aufzufassen, daß alle diese anderen organogenen Trümmer stets eine beginnende Verkieselung zeigen, sondern nur so, daß von all diesen anderen Komponenten immer hier oder da ein Trümmer Verkieselungserscheinungen zeigt. Am häufigsten verkieselt sind die organogenen Trümmer, die eine mikrokristallin-orientierte, fasrige Ausbildung des $CaCO_3$ haben. Von diesen ist die Mehrzahl durch $SiO_2$ angegriffen und einzelne Trümmer zu $^3/_4$ umgewandelt. Ob die $SiO_2$ hier als Quarz vorliegt, ist fraglich. Meist handelt es sich um eine mikrokristallin-unorientierte, fasrige Ausbildungsart, die bei gekreuzten Nicols scheinbar noch amorphe Partien enthält. Schiebt man aber das Gipsblättchen Rot I. Ordnung ein, so sieht man, daß alle Partien doppelbrechend sind. Ein gutes Bild dieser eigenartigen Verkieselung ist in Nr. 23 zu beobachten. Meine vielfachen Versuche, bei dieser mikrokristallin-unorientierten $SiO_2$ Achsenbilder zu erhalten, um die Frage zu entscheiden, ob es Quarz oder Chalcedon ist, scheiterten immer.

**13.** Pyrit kommt in diesen Gesteinen relativ oft vor, und zwar meistens in Kornform. Das größte freiliegende Korn maß in Schliff Nr. 23c 0,2 mm im Durchmesser. Sonst sind diese Körner aber beträchtlich kleiner, oft nur 0,01 mm groß. In Nr. 25 waren zwei Nester von Pyrit zu beobachten, deren einzelne Körner rechteckige Begrenzungen zeigten. Diese Anhäufungen hatten einen Durchmesser von ca. 0,6 und 0,5 mm. Weiter kann man noch den Pyrit in feinen Mikroadern beobachten, die immer zwischen zwei Trümmern langlaufen. Der Pyrit ist niemals rein, sondern stets teilweise in Eisenoxydhydrat umgewandelt, und zwar besonders häufig am Rande seiner Körner.

**14.** Glaukonit kommt in diesen Schliffen selten vor. In Schliff Nr. 23 kann man ihn als Erzeuger einer positiven Gitterstruktur in einem Krinoidenstielglied beobachten, in Nr. 23c und 23d als Ausfüllung von Bryozoenkammern. Sonst kommt er meist als freiliegendes Korn vor, das aller Wahrscheinlichkeit nach authigen ist. Daß er in Mikrogeröllen aufzufinden ist, habe ich schon erwähnt. Die durchschnittliche Größe der Glaukonitkörner beträgt 0,2 bis 0,1 mm. Die grüne Farbe, die im zerstreuten durchfallenden Lichte für Glau-

konit so charakteristisch ist, ist bald heller, bald dunkler in ein und demselben Schliff. Bei gekreuzten Nicols ist die mikrokristallin-unorientierte Ausbildungsart des Glaukonites sehr gut zu beobachten.

**15.** Eisenoxydhydrat kommt sehr selten in diesen sieben Schliffen selbständig vor, meist nur neben Pyrit als dessen Umwandlungsprodukt. Da, wo es scheinbar selbständig auftritt, ist es nur in Form von Mikroadern zu beobachten.

**16.** Trübe Medien spielen in diesem Gestein, selbständig auftretend, keine Rolle. Ihre Rolle bei den einzelnen Komponenten wurde schon erwähnt.

**17.** Von anderen bestimmbaren Mineralien konnten in diesen Schliffen keine gefunden werden, außer den Feldspatkörnern, die sub 7 erwähnt wurden.

**18.** In diesem Gestein kommen eigenartige Körner vor, die zwar unter sich etwas verschieden, aber doch wohl im Grunde dasselbe sind. An Häufigkeit und Form wechseln sie. In Schliff Nr. 1 kommen sie achtmal vor. Ihre Form ist bald eiförmig, bald länglich, stets gerundet, scharf ausgeprägt und meist von etwas höherem Relief als der $CaCO_3$. Der mittlere Durchmesser schwankt zwischen 1,2 und 0,5 mm. Im zerstreuten durchfallenden Lichte haben sie bald eine licht- bis zitronengelbe, bald eine schmutziggelbe, bräunliche Färbung. Immer zeigen sie schwarze Interpositionen und Schlüppchen, die Pyrit oder schwarzbraunes Eisenoxydhydrat sind. Bei gekreuzten Nicols sind sie in allen Stellungen völlig dunkel und hellen nur hier und da kaum merklich auf. Dafür haben einige $CaCO_3$ Interpositionen, die manchmal gewebeartig ineinandergreifen, so daß man zur Annahme kommt, diese Substanz sei von der heute zu beobachtenden amorphen, verdrängt. Einige dieser Körner enthalten Quarzpartien, die manchmal Eisenoxydhydrat-Interpositionen aufweisen. Es ist wahrscheinlich, daß diese Körner aus amorphem Eisensilikat bestehen. Vielleicht handelt es sich aber auch um große Glaukonitkörner, die ihre grüne Farbe mit dem adsorbierten Kalium verloren haben. Färben ließen sich diese Körner nicht. Ebensowenig lösten sie sich in HCl, soweit diese Versuche im Dünnschliff gemacht wurden.

## II.

## Echinodermenbreccie vom Gipfel des Frohnalpstocks bei Brunnen (Schweiz), aus dem Gargasien.

8, 9, 55–57

Am ähnlichsten von allen von mir untersuchten Echinodermenbreccien ist der von Gänsestad die vom Gipfel des Frohnalpstockes aus dem Gargasien. Makroskopisch zeigt sie denselben Habitus wie jene, nur ist das Gestein etwas dunkler gefärbt. Mit der Lupe kann ich an meinem Handstücke einige Krinoidenstielglieder erkennen. Unter dem Mikroskope zeigt es sich, daß man zwei Fazies unterscheiden muß. Glücklicherweise besitze ich vier Schliffe Nr. 58a, 58b, 58c, 58d von der einen, drei Schliffe Nr. 268, 269, 270 von der
8 anderen und vier Schliffe Nr. 58, 268a, 269a, 270a, die gerade die Grenzfläche beider schneiden, so daß in ihnen beide Fazies zu beobachten sind. Alle Schliffe stammen vom selben Handstück. Nur die erste Fazies ist eine eigentliche Echinodermenbreccie, während die zweite ein Mittelding zwischen Echinodermenbreccie und Oolith ist. Welche Fazies die hängende und welche die liegende ist, kann ich zurzeit nicht sagen. Ich werde die Fazies einzeln nach ihren Komponenten beschreiben und fange mit der eigentlichen Echinodermenbreccie an, die ein zoogener Kalkstein in des Wortes wahrster Bedeutung ist. So mannigfache Gebilde wie hier, konnte ich nur selten in einem Gestein beisammen finden. Größe, Form und Erhaltung der einzelnen Komponenten ist sehr verschieden.

**1.** Die Echinodermenskeletttrümmer in diesem Gestein nehmen wechselnd etwa 25 bis 50 % des Raumes ein. Das größte hierher gehörige Individuum in Schliff 58a hat eine Länge von 4,6 mm und eine maximale Breite von 2,6 mm. Der Durchmesser der Echinodermenskeletttrümmer beträgt aber im Mittel nur 1,2 bis 0,8 mm. Habitus und Erhaltungszustand sind bei den Echinodermenskeletttrümmern dieses Gesteins dieselben wie bei denen von Gänsestad. Hinzuzufügen ist nur, daß manchmal eine Umrindung, bestehend aus der sogenannten grauen Masse, um den eigentlichen Echinodermenskeletttrümmer zu beobachten ist. Trotz dieser fehlt auch hier nie die Ankristallisation. Nach Entkalken des Schliffes Nr. 58c konnte man einige sehr schöne negative Gitterstrukturen aus Glaukonit beobachten.

**2.** Die Bryozoenskeletttrümmer kommen hier in ganz wunderbar erhaltenem Zustande
9 vor. Das größte Individuum in Nr. 58a hat eine Länge von 3,8 mm und eine Breite von 1,8 mm. In diesem Individuum sind die Zellkammern der Länge nach geschnitten, und die Zellwände zeigen die charakteristische gelblich-bräunliche Eigenfärbung im zerstreuten durchfallenden Lichte besonders intensiv. Sowohl an Zahl wie an Größe sind sie häufiger als in der Echinodermenbreccie von Gänsestad. Wie auch sonst, kann man auch in diesem

Gestein beobachten, daß die Bryozoenskeletttrümmer der Umkristallisation den meisten Widerstand entgegenbringen. Die Zellkammern sind in der Regel durch xenomorphe, authigene Kalzitkristalle ausgefüllt. Seltener kommt auch die sogenannte graue Masse vor.

**3.** Von Foraminiferengehäusen und deren Trümmern, die noch mehr oder weniger ihre ursprüngliche kristallographische Struktur zeigen, ist in diesen Schliffen nichts zu beobachten.

**4.** Trümmer der Stäbchenschicht können sehr häufig beobachtet werden. Es ist ein Zufall, daß in diesen Schliffen häufiger Querschnitte mit der Wabenstruktur, als Längsschnitte durch die Stäbchenschicht zu beobachten sind. Die äußere Form beider Schliffe ist naturgemäß verschieden. Die Querschnitte haben eine mehr oder weniger elliptische Form, während die Längsschnitte eine mehr ausgezogene bandähnliche Form haben, bei der man noch manchmal die Krümmungen der Schale wahrnehmen kann. In Nr. 58d ist ein sehr gut erhaltener Längsschnitt zu beobachten, der eine oolithische Umkrustung hat. Vielleicht 57
hat er dieser gerade seinen guten Erhaltungszustand zu verdanken. Sein Bild entspricht genau dem, was bei den hierhergehörigen Gebilden im Kapitel Gänsestad gegeben wurde. Ich will hier nur kurz die Maße angeben. Die Länge des Trümmers beträgt 0,68 mm und seine Breite 0,11 mm. Die Breite der Stäbchen schwankt zwischen 0,04 und 0,01 mm. Hier konnte man 31 Stäbchen zählen, die aber nicht alle den ganzen Trümmer der Breite nach durchliefen. Diese Maße des Trümmers sind natürlich nicht typisch, sondern es sind größere und kleinere zu beobachten. Die Breite der Stäbchen schwankt dagegen fast überall innerhalb der oben gegebenen Grenzzahlen. Von Querschnitten durch die Stäbchenschicht sind 56
mehrere große Trümmer zu beobachten; vergleichsweise gebe ich die Maße eines solchen in Nr. 58d an. Er hat Eiform und eine maximale Länge von 1,44 mm bei einer maximalen Breite von 0,8 mm. Sonst entspricht er ganz denjenigen Gebilden, die bei Gänsestad beschrieben wurden. Auffallend ist nur, daß die Eigenfärbung dieser Querschnitte intensiver ist, als die der ihnen an Größe der Stäbchen entsprechenden Längsschnitte, was wohl darauf hinweist, daß es sich nicht um Schalentrümmer derselben Tierart handelt.

**5.** Andere bestimmbare organogene Trümmer konnten hier nicht beobachtet werden, dagegen sind unbestimmbare sehr häufig, und konnte man alle bei Gänsestad beschriebenen Strukturen und noch verschiedene andere beobachten, die ich nur deswegen nicht beschreibe, weil ihre Erhaltungsart keine so gute mehr ist, daß ein typisches Bild zu zeichnen wäre.

**6.** Die Ooide sind hier viel häufiger als in der Echinodermenbreccie von Gänsestad. Sie haben immer einen organogenen Trümmer als Kern. Die Umrindung zeigt im zerstreuten, durchfallenden Lichte die typische gelblich-bräunliche, fleckige Färbung und ist immer in konzentrischen Lagen ausgebildet. Andere Strukturen der Ooide konnten nie beobachtet werden. Die Form ist abhängig vom Kern. Der mittlere Durchmesser schwankt zwischen 0,6 und 0,2 mm.

**7.** Mikrogerölle sind sehr häufig. Alle zeigen schön eine gerollte Form. Die Mehrzahl weist noch eine dunkelgraue Umkrustung auf, die nicht mit der oolithischen zu verwechseln

ist, sondern sich von dieser durch die Färbung und das Fehlen der konzentrischen Lagen unterscheidet. Die meisten bestehen aus mikrokristallin-unorientiertem $CaCO_3$, der wahrscheinlich wegen wechselnden Gehaltes an trüben Medien mehr oder weniger grau ist und häufig Zeichen der Umkristallisation aufweist in dem Sinne, daß das Korn gröber wird, wodurch das Gebilde aufhellt.

**8.** Paramorphosen von mikrokristallin-unorientiertem $CaCO_3$ nach Organismentrümmern in der Art, wie sie bei der Echinodermenbreccie von Gänsestad beobachtet wurden, kommen hier oft vor. Doch kann man hier niemals angeben, nach welchen Organismen sie gebildet sind, mit Ausnahme von denen nach Muscheltrümmern.

**9.** Das allothigene Zement kommt hier ebensowenig vor, wie in der Echinodermenbreccie von Gänsestad.

**10.** Die Ankristallisationen an die Echinodermenskeletttrümmer spielen hier ganz dieselbe Rolle wie in der Echinodermenbreccie von Gänsestad. Der etwas dichteren Lagerung der Komponenten in diesem Gesteine entsprechend, treten sie relativ etwas zurück. Polysynthetische Zwillingslamellierungen sind häufig zu beobachten.

**11.** Das authigene Zement in Form von selbständigen, xenomorphen, authigenen Kalzitkörnern ist hier etwas häufiger als bei Gänsestad zu beobachten. Die Korngröße ist variabel und steigt von 0,04 mm Korndurchmesser an auf.

**12.** Quarz kommt sowohl in Form von allothigenen Körnern wechselnder Größe, als authigene Quarzkörner, wie auch als mikrokristallin-unorientierte Verdrängungspseudomorphosen vor. Erwähnenswert ist eine Erscheinung. Bei einigen Ooiden ist der Kern ein allothigenes Quarzkorn. Diese zeigen optisch gleich orientierte Ankristallisationen, die in Form von schmutzig-gelblich gefärbten Umrahmungen des Quarzkornes im Ooide sichtbar sind. Sehr häufig nun nehmen diese Ankristallisationen scharfkantige Formen nach außen hin an, die eine idiomorphe Ausbildung des Quarzkornes anbahnen. Diese ganze Erscheinung spielte sich im bereits fertigen Ooide ab, was man daran erkennen kann, daß diese scharfen Kanten die konzentrischen Ringe des Ooides schneiden. Diese Ankristallisationen haben, wie schon erwähnt, eine durch Interpositionen bedingte schmutziggelbe Färbung. Dieses macht, daß man im zerstreuten durchfallenden Lichte diese Ankristallisationen als aus $CaCO_3$ bestehend annimmt, bis man sich nach Kreuzung der Nicols davon überzeugt, daß es optisch gleich-orientierter Quarz ist.

**13.** Pyrit kommt in derselben Form und annähernd derselben Größe der Kornbildung wie bei Gänsestad vor.

**14.** Dasselbe gilt für Glaukonit.

**15.** Dasselbe gilt für das Eisenoxydhydrat.

**16.** Über die trüben Medien ist hier nichts dem hinzuzufügen, was im Kapitel Gänsestad gesagt wurde.

**17.** Andere bestimmbare Mineralien konnten in diesen Schliffen nicht gefunden werden.

**18.** Dieselben Problematika, die bei Gänsestad beschrieben wurden, finden sich auch in allen diesen Schliffen in genau derselben Art wieder.

Was nun die zweite Faziesausbildung dieses Gesteines betrifft, so ist zu sagen, daß sie fast zu drei Vierteln aus Ooiden besteht, die ganz der Beschreibung entsprechen, die für die Ooide der ersten Fazies angegeben wurde. Daneben kommen noch Echinodermenskeletttrümmer mit ihren Ankristallisationen, und seltener Mikrogerölle vor. Das Zement ist ebenfalls authigen. Sonst entspricht das Bild dieser Fazies in allem der Beschreibung, die bei der ersten Fazies gegeben wurde.

## III.

10 58 **Echinodermenbreccie von der Schutzhütte auf Käsernwald (Schweiz) aus dem Aptien.**

Makroskopisch betrachtet, zeigt sich dieses Gestein als ein grauer Kalkstein von stark spätigem Charakter. Eine dichte Grundmasse ist kaum zu beobachten. Auf frischem Bruch hat es den Anschein, als ob Kalzitkorn an Kalzitkorn stößt. Mit der Lupe kann ich an meinem Handstücke, das ich Herrn Dr. E. Ganz verdanke, keine Echinodermenskelettrümmer beobachten. Es wurden fünf Schliffe Nr. 48, 48a, 48b, 48c, 48d untersucht. Unter dem Mikroskop zeigt dies Gestein eine große Ähnlichkeit mit dem von Gänsestad. Es handelt sich um einen zoogenen Kalkstein, an dem zum Unterschiede von Gänsestad die Echinodermenskeletttrümmer mit ihren Ankristallisationen in größerem Maße beteiligt sind.

**1.** Die Echinodermenskeletttrümmer machen mit ihren Ankristallisationen etwa 60 bis 80 % aller Komponenten aus. Ihre Größe ist wie stets sehr wechselnd. Das größte in diesen Schliffen zu beobachtende Individuum hat in Nr. 48b mit seiner Ankristallisation eine maximale Länge von 3,2 mm und eine maximale Breite von 2,2 mm. Dicht daneben liegt ein anderes Echinodermenskeletttrümmer mit einer maximalen Länge von 1,2 mm und einer Breite von 0,75 mm. Der mittlere Durchmesser der Trümmer ohne Ankristallisation liegt zwischen 1,5 und 1 mm. Der Erhaltungszustand der Trümmer ist ein sehr schlechter. Von der Gitterstruktur ist fast nie auch nur eine Spur zu beobachten, erhalten dagegen ist die leicht gelbliche, manchmal etwas ins bräunliche spielende Eigenfärbung. Diese nimmt zum Rande des Trümmers hin immer mehr an Intensität ab, so daß die Konturen desselben gegen die Ankristallisation hin selten mehr genau zu erkennen sind. Dies bedingt ein eigenartiges Schwimmen der gefärbten Flecken in der weißen Kalzitmasse, die eben nicht nur Ankristallisation sondern auch Umkristallisation ist. Denn eine so lockere Lagerung wäre im Raum nicht möglich. Polysynthetische Zwillingslamellierungen sind zu beobachten.

**2.** Die Bryozoenskeletttrümmer spielen in diesem Gestein an Zahl die zweite Rolle. Ihre biologische Struktur entspricht dem früher gegebenen Bilde. Die Kammern sind fast ausschließlich mit xenomorphen Kalzitkristallen oder Glaukonitkörnern ausgefüllt. Was den Erhaltungszustand betrifft, so fällt ein gewisser Unterschied dahin auf, daß während bei einigen die primäre mikrokristallin-orientierte, lamellare Struktur des $CaCO_3$ der Zellwände vorhanden ist, bei anderen diese in mikrokristallin-unorientierten $CaCO_3$ zerfällt. Gleichzeitig verlöscht dann die intensive Färbung der primären kristallographischen Struktur. Ob es sich nun um bei verschiedenen Arten verschieden gebaute Skelette handelt, ist wahrscheinlich, aber nicht mehr genau zu sagen. Das größte Individuum dieses Erhaltungstypus hat in

Nr. 48 eine maximale Länge von 3,0 mm bei einer solchen Breite von 1,2 mm. Sonst liegt der mittlere Durchmesser dieser Trümmer zwischen 1,2 und 0,8 mm. Im Gegensatz zu der Echinodermenbreccie von Gänsestad sind hier die Echinodermenskeletttrümmer im Maximum größer als die Bryozoenskeletttrümmer. Der größte Trümmer des ersten Erhaltungstypus hat in 48a einen maximalen Durchmesser von 1,9 mm.

**3.** Foraminiferengehäuse oder deren Trümmer fehlen diesen Schliffen.

**4.** Trümmer der Stäbchenschicht sind hier sehr selten. Ich konnte nur einen Längsschnitt in Nr. 48a und einen Quer- und einen Längsschnitt in Nr. 48 beobachten. Diese 10
entsprechen ganz den früher gegebenen Beschreibungen.

**5.** Andere bestimmbare organogene Trümmer konnten in diesen Schliffen nicht beobachtet werden. Von unbestimmbaren konnte die als $\alpha$-Struktur bezeichnete beobachtet werden, sowie noch zwei andere Strukturen, die ich hier kurz beschreiben will.

Die erste ähnelt der als $\beta$-Struktur beschriebenen. Nur sind die Trümmer kleiner und zeigen nicht alle die Federstruktur, sondern manchmal auch eine Faserstruktur, die parallel der Längsachse läuft. Niemals waren es optisch einheitliche Kristalle, was der Fall sein müßte, wenn es sich um Kalzitnadeln der Kalkospongien handeln würde.

Die zweite Art von organogenen Trümmern, die hier zu beobachten ist, ist nicht selten in zoogenen Kalksteinen zu finden. Kleinere, nur undeutlich ihre eigentliche kristallographische Struktur zeigende Trümmer konnten auch in den früher beschriebenen Gesteinen beobachtet werden. Hier aber kann man in Nr. 48 einige größere Trümmer dieser Art, und zwar in relativ guter Erhaltungsform beobachten. Ich werde sie als $\delta$-Struktur bezeichnen. 58
Die Größe der vorliegenden Trümmer schwankt um 2 mm im Durchmesser, ihre äußere Form ist ganz verschieden. Im gewöhnlichen durchfallenden Lichte haben alle diese Trümmer eine leicht gelbliche Eigenfärbung. Bei gekreuzten Nicols zeigen sie eine sehr eigenartige und für sie typische kristallographische Struktur, die man fluidalwirbelig nennen kann und die mikrokristallin-orientiert ist. Die einzelnen Lamellen und Fäden sind so fein, daß man sie nicht messen kann. Bei einem hierher gehörigen Gebilde, dessen äußere Form zigarrenförmig ist, stoßen die Fäden in der Mitte im spitzen Winkel gegeneinander und sind selbst fragezeichenförmig geschweift. Hierdurch unterscheiden sie sich von den geradlinigen, senkrecht gestellten Lamellen der federartigen $\beta$-Struktur. Die wirbelige Anordnung der Fäden oder Fasern tritt noch dadurch besonders hervor, daß z. B. in diesem Gebilde einzelne Fädenbündel an ihrem von der Mitte abgekehrten Ende wie aufgerollt erscheinen, und zwar die einzelnen in verschieden weitem Abstande, wodurch das ganze Gebilde wie mit Knoten durchsetzt erscheint. Letztere Erscheinung sieht man im zerstreuten durchfallenden Lichte noch deutlicher. Hier haben die Knoten eine dunklere Färbung. Diese ganze kristallographische Struktur ist so typisch, daß man selbst die kleinsten Trümmer an ihr sofort erkennen kann. Während der hier beschriebene zigarrenförmige Schnitt so zu liegen scheint, als ob er die Fäden mehr oder weniger der Länge nach geschnitten hat, zeigt ein anderer Trümmer im selben Schliffe ein etwas abweichendes Bild dahin, daß die einzelnen Fäden oder Lamellen nur als kurze Striche — krumme Linien — in die Erscheinung treten. Dies

selbe Bild muß man sich vorstellen, wenn der zigarrenförmige Trümmer annähernd senkrecht zu seiner jetzigen Lage geschnitten wäre. Bemerken muß man noch, daß die vorhin erwähnten Knoten nicht in allen Trümmern in die Erscheinung treten. Dies hier beschriebene Bild hat große Ähnlichkeit mit demjenigen eines Schnittes durch gewisse Brachiopodenschalen, wie ich mich nachträglich an einem Schliffe der Firma Krantz, der durch eine Terebratula gelegt war, überzeugen konnte. Leider war der Dünnschliff der Firma Krantz viel zu dick, um genauer im gewöhnlich durchfallenden oder im polarisierten Lichte von mir untersucht und verglichen werden zu können. Es ist aber doch fraglich, ob die Gebilde, die die $\delta$-Struktur zeigen, Brachiopodenschalentrümmer sind. Wie soll man die merkwürdige, so häufig, wenn auch nicht immer zu beobachtende zigarrenförmige Gestalt der ersteren erklären?

**6.** Ooide fehlen diesem Gestein.

**7.** Mikrogerölle sind sehr selten zu beobachten. Die wenigen vorhandenen bestehen aus mikrokristallin-unorientiertem trübem $CaCO_3$.

**8.** Paramorphosen von mikrokristallin-unorientiertem $CaCO_3$, der durch trübe Medien grau gefärbt ist, nach miliolidenähnlichen Foraminiferen sind einigemal zu beobachten. Hin und wieder kommen auch solche Paramorphosen nach Muschelschalentrümmern vor.

**9.** Allothigenes Zement fehlt diesem Gesteine ganz.

**10.** Die Ankristallisationen scheinen in diesem Gesteine einen sehr großen Raum einzunehmen. Meistens ist ihre Abgrenzung gegen den Echinodermenskeletttrümmer nicht mehr genau zu beobachten. Sie bilden in diesem Gestein den Hauptanteil des Zementes. Polysynthetische Zwillingslamellierungen, gleichmäßig durch Trümmer und Ankristallisation gehend, sind oft zu beobachten.

**11.** Authigenes Zement kann in geringer Korngröße (kleinster Durchmesser 0,16 bis 0,08 mm) da beobachtet werden, wo Lücken zwischen anderen Komponenten als den Echinodermenskeletttrümmern vorhanden waren. Bei der großen Anzahl dieser letzteren nimmt es aber nicht wunder, daß sie an Raum weit hinter den Ankristallisationen zurücktreten.

**12.** Einige sicher allothigene Quarzkörner können beobachtet werden. Ihr Durchmesser liegt meist unter 0,01 mm. Sicher authigene Körner konnte ich nicht beobachten. Verkieselungen von organogenen Trümmern sind selten zu sehen. In der Regel fielen diesem Prozeß zuerst die organogenen Trümmer, die aus mikrokristallin-orientiertem $CaCO_3$ bestehen, zum Opfer. Ganz vereinzelt wurden auch Echinodermenskeletttrümmer von der $SiO_2$ angegriffen. So z. B. gerade der größte hier zu beobachtende Echinodermenskeletttrümmer, dessen Maße ich oben angab. Hier ist zu sagen, daß bei der Verkieselung von Echinodermenskeletttrümmern die $SiO_2$ stets in mikrokristallin-unorientierter Ausbildungsform vorliegt, ebenso, wie wenn sie die anderen organogenen Trümmer angreift, obgleich ja der verdrängte $CaCO_3$ der angegriffenen Komponenten in den verschiedensten Ausbildungsformen vorliegt.

**13.** Pyrit konnte in diesen fünf Schliffen nicht gefunden werden.

**14.** Glaukonit ist in diesem Gestein sehr häufig. Die mittlere Korngröße schwankt zwischen 0,1 und 0,06 mm. Am häufigsten ist der Glaukonit als Ausfüllungssubstanz der

Zellkammern der Bryozoenskeletttrümmer zu beobachten. Kein solcher Trümmer ist zu beobachten, in dem nicht ein Teil seiner Zellkammern wenigstens Glaukonitkörner enthält. Die Zellkammern sind je nach ihrer Größe entweder durch ein, oder, was schon sonderbar ist, mehrere Glaukonitkörner ausgefüllt. Daneben kommt auch vor, daß Glaukonit und authigene Kalzitkörner nebeneinander jene Zellkammern ausfüllen.

**15.** Eisenoxydhydrat kann sehr selten in diesen Schliffen beobachtet werden.

**16.** Selbständig auftretende trübe Medien fehlen diesen Schliffen.

**17.** Andere bestimmbare Mineralien konnten in diesen Schliffen nicht beobachtet werden.

**18.** Von den unter dieser Rubrik bei Gänsestad erwähnten Gebilden konnten in Nr. 48 ein wurmförmiger Trümmer von 1,2 mm Länge, der im zerstreuten durchfallenden Lichte satt gelbbraun und bei gekreuzten Nicols völlig opak war, beobachtet werden.

## IV.

## Echinodermenbreccie von Brunnen am Vierwaldstättersee (Schweiz) aus dem Gargasien.

11 Makroskopisch betrachtet hat dieser graue zoogene Kalkstein große Ähnlichkeit mit dem später zu beschreibenden von der Tellsplatte. Auf frischem Bruche zeigt er den typischen Echinodermenbreccie-Habitus. Unter dem Mikroskop sieht man, daß das Gestein aus Echinodermenskeletttrümmern, anderen organogenen Trümmern, Mikrogeröllen und allothigenen Quarzkörnern in wechselndem Gemische besteht. Das Gesamtbild weicht aber von dem der früher beschriebenen Gesteine ziemlich ab. Es wurden nur zwei Schliffe untersucht, Nr. 12 und 12a, die von einem Handstück der geologischen Sammlung des Eidgenössischen Polytechnikums in Zürich stammen. Über die einzelnen Komponenten ist folgendes zu sagen:

**1.** Die Echinodermenskeletttrümmer bilden etwa 40 bis 60 % aller allothigenen Komponenten. Größe und Gestalt sind sehr wechselnd. Der mittlere Durchmesser schwankt zwischen 1,2 und 0,2 mm. Der Erhaltungszustand ist sehr verschieden. Man kann drei Arten desselben unterscheiden. Bei der ersten sieht man nur noch eine lichtgelblich-bräunliche Färbung des eigentlichen Trümmers, die in ihm aber schon gegen die Ankristallisation hin verschwindet. Die Komponenten dieser Art sind meist große Trümmer und ihre Ankristallisationen reichen weit, oft andere Trümmer umwachsend. Der zweite Typus ist vorwiegend durch einen grauen Saum ausgezeichnet. Man erkennt hier noch häufig die negative, seltener die positive Gitterstruktur. Die Ankristallisationen an diese Trümmer reichen nicht weit, fehlen aber nie. Die dritte Art wird dadurch von den anderen unterschieden, daß sie ooide Umkrustung zeigen. Diese ooide Umkrustung hat im zerstreuten durchfallenden Lichte die typisch gelblich-bräunliche Färbung und liegt in konzentrischen Ringen um die verschieden geformten Trümmer. Diesen Echinodermenskeletttrümmern, bei denen fast immer die Gitterstruktur zu sehen ist, fehlt jede Spur der Ankristallisation. Die Gitterstruktur wird in all diesen Trümmern bedingt durch die sogenannte graue Masse, einem mikrokristallin-unorientierten, grau erscheinenden $CaCO_3$.

**2.** Bryozoenskeletttrümmer sind zwar selten, fehlen aber beiden Schliffen nicht. Ihr Bild entspricht den früheren Beschreibungen.

**3.** Foraminiferenskelette, die ihre ihnen eigentümliche kristallographische Struktur noch mehr oder weniger behalten haben, sind zweimal in Nr. 12a zu beobachten. Leider

ist die biologische Struktur schlecht erhalten. Die Kammern sind teilweise mit dem der Schale gleich-orientierten und gleichartigen $CaCO_3$, und teilweise durch die sogenannte graue Masse angefüllt. Das eine Gebilde, das im Durchschnitt eine Rhomboedergestalt zeigt, dessen lange Achse 0,32 mm und dessen kurze 0,16 mm mißt, erinnert an das früher zitierte Steinmannsche Bild der Amphistegina. Das andere Gebilde ist mit einem Längsschnitt durch eine Nodosaria zu vergleichen, hat eine Länge von 1,2 mm und eine Breite von 0,4 mm. 11
Diese beiden Foraminiferenskelette bestehen, soweit nicht die sogenannte graue Masse Teile ihrer Kammern ausfüllt, ganz aus sphäroidal angeordnetem $CaCO_3$, und zwar so, als ob sie aus einem, resp. als ob jede Kammer aus einem Sphäroid geschnitten wäre. Besonders die erste Kammer, die ganz aus sphäroidal angeordnetem $CaCO_3$ besteht, zeigt sehr deutlich das bekannte Kreuz bei gekreuzten Nicols. Hier können wir also wieder die schon früher gemachte Beobachtung bestätigen, daß das sphäroidal angeordnete $CaCO_3$ der Foraminiferenskelette nach innen zu weiter wächst.

**4.** Längs- und Querschnitte durch die Stäbchenschicht kommen in diesen Schliffen einigemal zur Beobachtung. Neues ist hier nicht hinzuzufügen.

**5.** Bestimmbare organogene Trümmer konnten nicht erkannt werden. Bei den unbestimmbaren organogenen Trümmern ist eine Reihe von kristallographischen Strukturen zu beobachten. Die $\alpha$-, $\beta$- und $\delta$-Struktur konnte oft beobachtet werden. Letztere einigemal in der gefiederten Ausbildung mit gut erkennbaren Knoten, die sich als graue Punkte deutlich abheben. Es gewinnt hier den Anschein, als ob die Knoten Poren wären, die dann mit der sogenannten grauen Masse ausgefüllt wurden, wodurch die Ähnlichkeit mit dem oben erwähnten Schliff durch eine Terebratulaschale sehr groß wird. Die Erhaltungsart aller dieser Komponenten ist doch nicht mehr gut genug, um so subtile Fragen wie diese zu entscheiden.

**6.** Die Ooide sind hier zahlreich vorhanden und nehmen nach den Echinodermenskelettrümmern an Zahl die zweite Stelle aller Komponenten ein. Die meisten haben einen Kern, doch kommen auch einige, immer kleinere Ooide ohne denselben vor. Die Kerne selbst sind verschiedenen Ursprungs. Die den Ooiden eigene typische gelblich-bräunliche, fleckige Eigenfärbung ist hier besonders gut erhalten. Die Ausbildungsform ist hier die konzentrisch schalige. Es ist hier vielleicht der Ort, darauf aufmerksam zu machen, welch eine Übereinstimmung in der Färbung dieser Ooidenumkrustung mit der vieler organogener Trümmer, z. B. der Bryozoenskelettrümmer, besteht. Ich vermag allerdings heute nicht zu sagen, ob die von mir in diesen Gesteinen beobachtete Eigenfärbung dieser organogenen Trümmer eine primäre ist, was mir aber wahrscheinlich erscheint. In dem Fall gäbe die so ähnliche Färbung der Ooide zu denken, heute, wo man fast allgemein Linck folgend, die Ooide für anorganische Gebilde hält. Der mittlere Durchmesser dieser Ooide schwankt zwischen 0,5 und 0,2 mm.

**7.** Einige Mikrogerölle aus mikrokristallin-unorientiertem, durch trübe Medien grau gefärbten $CaCO_3$ bestehend, können beobachtet werden.

**8.** Paramorphosen, bei denen man angeben könnte, nach was für organogenen Trümmern sie gebildet sind, fehlen diesen Schliffen. Immerhin ist es nicht unmöglich, daß einige von mir als Mikrogerölle angesprochene Komponenten Paramorphosen nach Foraminiferen, z. B. Milioliden sind, bei denen jede Spur der biologischen Struktur verwischt ist. Es ist in diesen Fällen völlig unmöglich, zu entscheiden, ob ein solches graues Korn eine Paramorphose oder ein Mikrogeröll ist.

**9.** Allothigenes Zement fehlt diesen Schliffen ganz.

**10.** Über die Ankristallisationen wurde schon oben das Wichtigste gesagt. Zwillingslamellierung ist oft zu beobachten.

**11.** Authigene Kalzitkörner als authigenes Zement sind reichlich vorhanden, treten aber doch an Masse hinter die Ankristallisationen zurück.

**12.** Quarzkörner kommen in diesem Gesteine sehr häufig vor. Man kann sowohl fraglos allothigene wie auch authigene Körner beobachten. In Nr. 12 hat das größte allothigene Quarzkorn einen Durchmesser von 1,1 mm und ist durch Kataklase zerbrochen. Der mittlere Durchmesser der kleinen allothigenen Quarzkörner mißt 0,5 mm bis 0,3 mm. Die meisten dieser allothigenen Quarzkörner sind von optisch gleich-orientierten Ankristallisationen umgeben, die einer idiomorphen Ausbildung des Quarzkornes zustreben und die, die sie früher umgebenden Komponenten aus $CaCO_3$, einerlei in welcher Form bei diesen der $CaCO_3$ ausgebildet war, verdrängen. Häufig sind in diesen Ankristallisationen $CaCO_3$-Relikte enthalten. Bei gewöhnlichem durchfallendem Lichte haben diese Ankristallisationen oft eine durch Interpositionen bedingte unreine Färbung, die sie gut von den wasserhellen allothigenen Quarzkörnern abhebt. Man kann aber auch idiomorph ausgebildete Quarzkörner beobachten, bei denen nichts auf eine Grenze zwischen Ankristallisation und allothigenem Quarzkorn hinweist. Bei diesen ist es fraglich, ob sie überhaupt einen allothigenen Kern haben. Verkieselungen von organogenen Trümmern sind sehr selten zu sehen, treten dann aber immer in der mikrokristallin-unorientierten, manchmal faserigen Ausbildungsart auf.

**13.** Pyritkörner können oft beobachtet werden. Die größeren Körner, manchmal in idiomorpher Ausbildung, haben einen Durchmesser bis 0,3 mm.

**14.** Eine sehr häufig vorkommende Komponente ist in diesem Gesteine der Glaukonit, der in kleinen, unregelmäßig geformten Körnern, von einem mittleren Durchmesser von 0,15 mm, auftritt.

**15.** Braunes Eisenoxydhydrat konnte in Form von Mikroadern einige Male in den Schliffen beobachtet werden.

**16.** Die trüben Medien kommen hier nicht nur als färbende Mittel in den Komponenten, wo sie bereits erwähnt wurden, vor, sondern konnten auch einige Male in fetzenartiger Form als scheinbar selbständige Komponenten beobachtet werden. Ob sie allerdings ganz frei von $CaCO_3$ sind, ist fraglich. Ich vermag mir ihren wahren Charakter nicht zu erklären, es sei denn, daß sie ausgestoßene Partikel eines ursprünglich doch vorhanden gewesenen allothigenen Zementes seien, das durch Umkristallisation unter ihrer Ausstoßung

zu gröberem, reinerem Korne umkristallisierte, wodurch es nicht mehr von kleinen, authigenen Kalzitkörnern des authigenen Zementes zu unterscheiden ist.

**17.** Andere bestimmbare Mineralien fehlen diesen Schliffen.

**18.** Die bekannten Körner, die im zerstreuten durchfallenden Lichte eine lichtgelbliche bis intensiv dunkelbraune Färbung zeigen, und sich bei gekreuzten Nicols als opak erweisen, können auch in diesen Schliffen in Form von kleinen Körnern, deren mittlerer Durchmesser 0,3 mm beträgt, beobachtet werden.

## V.

12 **Echinodermenbreccie von Weesenfly am Walensee (Schweiz) aus dem Neocom.**

Makroskopisch betrachtet handelt es sich um einen dichten, fast schwarzen Kalkstein, der auf frischem Bruche sehr viel kleine und wenig große helle Kalzitflächen zeigt. Es wurden nur zwei Dünnschliffe, Nr. 26 und 27, untersucht, die von zwei verschiedenen, von mir geschlagenen Handstücken stammen. Unter dem Mikroskope sieht man, daß die allothigenen Komponenten zu 60 bis 80% aus Paramorphosen von mikrokristallin-unorientiertem, durch trübe Medien verunreinigtem $CaCO_3$ bestehen, dem einige Mikrogerölle beigemengt sind. Von den Komponenten, die ihre ursprüngliche Struktur noch einigermaßen erhalten haben, kommen die Echinodermenskeletttrümmer mit 20 bis 30% in erster Reihe. Daneben sind einige Bryozoenskeletttrümmer und andere unbestimmbare Schalentrümmer zu beobachten. Alle diese Komponenten sind durch authigene, wasserhelle Kalzitkristalle von wechselnder Größe zusammengeschweißt. Über die einzelnen Komponenten ist folgendes zu sagen:

**1.** Die Echinodermenskeletttrümmer, die etwa 20 bis 30% aller allothigenen Komponenten ausmachen, zeigen in der Regel nichts mehr von der typischen Gitterstruktur. Ganz selten findet man nur hier und da noch Spuren von ihr. Trotzdem sind hier in diesem Gesteine die eigentlichen Trümmer von den nie fehlenden Ankristallisationen gut zu unterscheiden. Außer der typischen lichtgelblichen, bräunlichen Eigenfärbung heben sich die eigentlichen Trümmer von ihren Ankristallisationen nur durch ein schmales Band von grauer Farbe, das sie umsäumt, ab. Dieses Band besteht aus mikrokristallin-unorientiertem, trübem $CaCO_3$. Wo es fehlt, scheint dies Fehlen meistens sekundär zu sein, indem der mikrokristallin-unorientierte $CaCO_3$ unter Entmischung sich gleich-orientierte mit den Trümmern und den Ankristallisationen. Der mittlere Durchmesser der an Form sehr mannigfachen Trümmer liegt etwa zwischen 1,1 und 0,4 mm. Manche dieser Trümmer zeigen eine durch winzige Partikelchen staubartig verteilte Verunreinigung. Die Farbe der Partikelchen hebt sich als schwarz gut ab von dem durch trübe Medien verunreinigten grauen Rande. Andere Partikelchen zeigen eine ins Braune gehende Färbung. Bei der Kleinheit dieser Partikelchen ist nicht zu erkennen, woraus sie bestehen. Aber auch die sogenannte graue Masse tritt innerhalb der eigentlichen Echinodermenskeletttrümer auf, einmal, wenn auch sehr selten, als Erzeugerin der negativen oder positiven Gitterstruktur, dann aber auch als Fetzen und Flecken im Trümmer. In Nr. 26 ist ein Trümmer zu beobachten, der die negative Gitterstruktur zeigt. Diese verdichtet sich so zu zusammenhängenden Flecken und Fetzen, daß

vielleicht nur noch $^1/_{10}$ des Trümmers aus lichtgelblich-bräunlichem, einheitlich-orientiertem Kalzite besteht, während die graue Masse teils die dicken Fäden der negativen Gitterstruktur erzeugt, teils als große unregelmäßige Flecken mitten im Trümmer liegt. Es scheint in diesem Schnitte ein Fall vorzuliegen, in dem der Schnitt gerade durch eine Partie geht, wo die ursprüngliche Ausfüllungsmasse der primären Gitterstruktur des ganzen Trümmers zu einer großen Partie zusammengedrängt ist.

In Nr. 26 ist ein eigenartiger Echinodermenskeletttrümmer zu beobachten. Er ist 12
von runder Gestalt und hat einen Durchmesser von 0,25 mm. Sein Rand besteht aus anscheinend 16 lappenartigen Zähnen, die nach außen vorspringen und zwischen sich gleichgeformte, aber entgegengesetzt nach innen gekehrte Buchtungen haben. In der Mitte des ganzen Gebildes ist ein kreisförmiges Loch zu beobachten, das einen Durchmesser von 0,08 mm hat. Um dieses herum liegt ein Kranz von kleinen Löchern, die nur einen Durchmesser von 0,01 mm haben. Das ganze Gebilde inkl. der nach außen gerichteten Zacken und exkl. der nach innen gerichteten, wie der großen und kleinen Löcher, besteht aus optisch-einheitlichem, lichtgelblichem Kalzite, der so geschnitten ist, daß man in konvergentem Lichte etwa noch $^1/_3$ des Achsenbildes des Kalzites sehen kann. Das ganze Gebilde liegt in der sogenannten grauen Masse, die auch die Löcher ausfüllt und es als schmalen Saum umgibt, der sich an einer Stelle etwas verbreitert. Dieser graue Saum ist nun wieder seinerseits von allen Seiten von einer Ankristallisation umgeben, die optisch gleich-orientiert ist mit dem sternförmigen Gebilde.

**2.** Die Bryozoenskeletttrümmer sind einigemal zu beobachten und sind die größten Trümmer in diesen Schliffen. In Nr. 26 maß der größte gerundete hierher gehörige Trümmer 4 mm in der Länge und 2,4 mm in der Breite. Die Zellkammern sind entweder mit der sogenannten grauen Masse oder mit authigenen weißen Kalzitkörnern angefüllt. Die Zellwände zeigen starke Umwandlung in mikrokristallin-unorientierten $CaCO_3$; nur noch bei einigen kann man die diesen Trümmern eigene kristallographische Struktur beobachten. Entsprechend ihrer Umwandlung ist ihre Eigenfärbung auch weniger intensiv. Auch diese Bryozoenskeletttrümmer sind von einem schmalen grauen Saume umgeben. In Nr. 27 ist ein merkwürdiges Gebilde zu beobachten, das ich kurz beschreiben will. Ein länglich-ellipsenförmiges, etwas gebogenes Gebilde, dessen lange Achse 1,92 mm und dessen kurze 0,6 mm beträgt, besteht zur Hälfte der Länge nach aus einem Bryozoenskeletttrümmer und einem Schalentrümmer, der zum $\alpha$-Typus gehört. Die Grenzlinie ist messerscharf und ganz gerade verlaufend. Es wäre nun zu denken, daß eine Bryozoe sich auf einer Schale angesiedelt hätte und hier ein Trümmer vorliegt, der beide nebeneinander zeigt. Dagegen spricht aber, daß die Bryozoenkammern durch die Schale geschnitten werden. Man kann also nur annehmen, daß es sich um eine Bohrmuschel handelt, die eine abgestorbene Bryozoe angebohrt hat, denn die Zellen, und namentlich auch die geschnittenen Zellen, sind von der sogenannten grauen Masse angefüllt. Auch dieses Gebilde ist wiederum von einem schmalen grauen Saume umgeben.

**3.** Foraminiferenskelette, die noch einigermaßen ihre ursprüngliche kristallographische Struktur bewahrt haben, fehlen in diesem Gesteine.

4. Von Trümmern der Stäbchenschicht konnten einige Längsschnitte, aber keine Querschnitte beobachtet werden. Die Stäbchen sind meist zum größten Teil in mikrokristallin-unorientierten $CaCO_3$ umgewandelt. Auch diese Gebilde sind von schmalen grauen Säumen umgeben.

5. Von bestimmbaren oder unbestimmbaren organogenen Skeletttrümmern, die die ihnen eigene kristallographische Struktur bewahrt hätten, sind nur solche, die an die $\alpha$- und $\gamma$-Struktur erinnern, aber schon starken Zerfall zeigen, zu beobachten. Fast nie fehlt diesen Gebilden der schmale graue Saum.

6. Ooide fehlen diesen Schliffen.

7. Anfangs ist man geneigt, die hier die Hauptmasse der allothigenen Komponenten ausmachenden Paramorphosen zu den Mikrogeröllen zu rechnen. Eine genauere Beobachtung zeigt aber, daß die Mehrzahl dieser Gebilde undeutliche Überreste einer biologischen Struktur zeigen, zu erkennen durch symmetrische Flecken eines helleren Kalzites von gröberem Korn. Was dann noch von diesen Komponenten übrig bleibt, ist an Zahl wenig, und es ist auch bei diesen nicht sicher zu sagen, ob es nicht doch noch Paramorphosen sind, bei denen eben alle biologische Struktur verwischt ist. Eventuell zu den Mikrogeröllen zu rechnen ist eine Art von Gebilden, die ich hier kurz beschreiben will. Es handelt sich um bald eiförmige, bald runde Gebilde wechselnder Größe, die aus einem körnigen Aggregat von verschiedenorientierten, wasserhellen Kalzitkörnern bestehen, deren mittlerer Durchmesser bis zu 0,08 mm ansteigt. Dieses Aggregat wird von einem Saume der sogenannten grauen Masse umgeben und hebt sich so von den wasserhellen authigenen Kalzitkörnern des Zementes ab. Die eigenartige Form dieser Gebilde spricht aber meiner Meinung nach dagegen, daß es sich um Mikrogerölle handelt. Da man aber gar keinen Anhaltspunkt hat, nach was für Gebilden dies Paramorphosen sein können, so habe ich sie nicht unter jenen, sondern hier angeführt.

8. Ich habe schon oben gesagt, was mich bestimmte, die Hauptmenge der allothigenen Komponenten dieses Gesteines als zu den Paramorphosen gehörig zu rechnen. Es handelt sich in der Hauptsache um rundliche Gebilde, die aus der sogenannten grauen Masse bestehen. Diese Gebilde zeigen nun hellere, aus feinkörnigen, wasserhellen Kalzitkörnern bestehende Flecken, die so angeordnet sind, daß man sie als Überreste einer biologischen Struktur erkennen kann. In der Hauptsache scheint es sich hier um Paramorphosen nach Foraminiferen zu handeln. Jene helleren Partien sind dann Teile der Kammern jener. Ein Teil der Kammern ist ganz verlöscht, ein anderer hellt etwas auf, der Rest besteht dann aus jenem feinkörnigen Kalzite. Daß es sich in diesen Gebilden meist um miliolidenähnliche Foraminiferen handelt, zeigen einige Paramorphosen nach diesen, in denen fast die gesamten Kammerräume aus einem feinkörnigen weißen Kalzitaggregate bestehen, wodurch so das ursprüngliche Skelett, das jetzt aus der grauen Masse besteht, deutlich hervortritt. Auch bei diesen Gebilden glaube ich, daß das Erscheinen der biologischen Struktur ein sekundärer Vorgang ist, bedingt durch Umkristallisation, der zuerst die Kammerräume zum Opfer fallen. Denn es ist wohl vorstellbar, daß sich verunreinigter mikrokristallin-unorientierter $CaCO_3$ entmischt und sich in feinkörnigen weißen Kalzit umwandelt, als daß dieser, wenn er die

primäre Ausfüllungssubstanz der Kammerräume wäre, in die sogenannte graue Masse umwandelt. Der Durchmesser der sicheren Paramorphosen schwankt zwischen 0,8 und 0,2 mm. Während die Mehrzahl dieser Gebilde als Paramorphosen nach miliolidenähnlichen Foraminiferen gedeutet werden müssen, zeigen andere orbitulinenähnliche Formen. Hier beträgt der Durchmesser 1,8 bis 0,6 mm. In Nr. 27 kommt eine 0,52 mm im Durchmesser messende Paramorphose nach einer Foraminifere vor, die an Operculina erinnert; in Nr. 26 eine andere Paramorphose, die 1,2 mm lang, 0,32 mm breit ist, sechs Kammern zeigt und an eine Clavulina erinnert. Außer diesen Paramorphosen nach Foraminiferen kommen noch Paramorphosen nach einer anderen Art organogener Skelette vor, die an die Diploporenabbildungen erinnern, die Dr. Arbenz, Zürich, in der Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich vom 26. November 1908 S. 388 gegeben hat. Endlich sind noch solche Paramorphosen zu erwähnen, in denen die gesetzmäßig angeordneten feinkörnigen Kalzitpartien ihren Paramorphosencharakter sicherstellen, es aber nicht mehr zu sagen ist, nach welchen organogenen Trümmern sie gebildet sind.

**9.** Allothigenes Zement fehlt diesem Gesteine.

**10.** Ankristallisationen an Echinodermenskeletttrümmern spielen in diesem Gesteine insoweit eine geringe Rolle, als ja relativ wenig Echinodermenskeletttrümmer vorhanden sind. Wo aber diese da sind, fehlen nie die Ankristallisationen, die meist sogar noch die zunächst liegenden Paramorphosen umschließen. Dies ist besonders merkwürdig, weil ja die Echinodermenskeletttrümmer selbst fast ausnahmslos von einem schmalen grauen Saume umgeben sind, der nicht aus gleich-orientiertem Kalzite besteht, sondern aus mikrokristallin-unorientiertem, trübem $CaCO_3$, der sogenannten grauen Masse.

**11.** Die Hauptmasse des Zementes besteht in diesem Gesteine aus authigenen, xenomorphen Kalzitkörnern, deren Größe stark wechselt und die im Mittel einen Durchmesser von 0,8 mm haben.

**12.** Diesen beiden Schliffen fehlen sowohl authigene wie allothigene Quarzkörner. Ebensowenig konnte man irgendwelche Verkieselungserscheinungen beobachten.

**13.** Pyrit fehlt diesen beiden Schliffen.

**14.** Glaukonit kommt in einigen kleinen Körnern vor.

**15.** Braunschwarzes Eisenoxydhydrat kommt in Form von Mikroadern in diesem Gesteine vor. Diese Mikroadern folgen in zackiger Form den Konturen der einzelnen authigenen Kalzitkörner des Zementes oder in etwas glatterer Form den Konturen der Mikrogerölle.

**16.** Die bedeutende Rolle, welche die trüben Medien in den Paramorphosen spielen, wurde schon erwähnt. Als selbständige Komponenten treten sie nicht auf.

**17.** Andere bestimmbare Mineralien wurden in diesen Schliffen nicht gefunden.

**18.** Problematika wurden hier nicht beobachtet.

## VI.

13 **Echinodermenbreccie von der Tellsplatte am Urner See (Schweiz) aus dem Neocom.**

Makroskopisch betrachtet hat das Gestein denselben Habitus wie die Echinodermenbreccie von Gänsestad, nur ist es etwas dunkler gefärbt. Es wurden zwei Schliffe untersucht, Nr. 3 und 3a, die von einem Handstücke stammen, das der geologischen Sammlung der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich gehört. Unter dem Mikroskope erkennt man, daß dieses Gestein große Ähnlichkeit mit dem von Weesenfly hat. Über die einzelnen Komponenten ist folgendes zu sagen:

**1.** Die Echinodermenskeletttrümmer sind etwas häufiger und größer, als die der Echinodermenbreccie von Weesenfly. Es fehlt ihnen vor allem der graue Saum. Ihr Erhaltungszustand ist sonst derselbe wie bei jener Breccie.

**2.** Bryozoenskeletttrümmer kommen gut erhalten vor. Ihre Zellwände zeigen die typische lichtgelbliche, ins bräunliche gehende Eigenfärbung deutlich ausgeprägt. Die Zellen sind teils mit der sogenannten grauen Masse, teils mit hellen authigenen Kalzitkörnern angefüllt. Auch ihnen fehlt der graue Saum.

**3.** Foraminiferenskelette, die noch teilweise ihre ursprüngliche kristallographische Struktur bewahrt haben, fehlen.

**4.** Von der Stäbchenschicht können einige gut erhaltene Trümmer beobachtet werden.

**5.** Bestimmbare organogene Trümmer konnten nicht beobachtet werden. Von unbestimmbaren sind verschiedene kristallographische Strukturen zu sehen. In Nr. 3 ist ein großer Trümmer zu sehen, der die fasrige $\alpha$-Struktur zeigt, und wo die Fasern die Krümmungen der Schale mitmachen, unter sich aber in zwei optisch verschieden gerichteten Lagen geordnet sind.

**6.** Ooide fehlen diesen Schliffen.

**7.** Der Hauptunterschied gegenüber der Echinodermenbreccie von Weesenfly besteht darin, daß hier die Mikrogerölle etwas an Zahl zurücktreten. Aber immer noch sind die unter den allothigenen Komponenten überwiegenden Trümmer nicht Paramorphosen, sondern in der Hauptsache anscheinend Mikrogerölle. Ihr Durchmesser schwankt zwischen 2 und 0,2 mm. Sie sind ganz einheitlich grau und zeigen keinerlei durch helle Flecken markierte, biologische Struktur. Es wäre nun freilich nicht unmöglich, daß sie doch Paramorphosen sind, die noch keine wiedererwachende biologische Struktur zeigen. Für einige mag dies auch zutreffen. Andere haben aber ganz die äußere Form der Mikrogerölle. Einige von diesen enthalten ziemlich große allothigene Quarzkörner.

8. Paramorphosen, die durch die feinkörnigen helleren, symmetrisch liegenden Kalzitpartien gekennzeichnet sind, kann man beobachten. Miliolidenähnliche Gebilde kann man auch hier sehen. Andere Paramorphosen fehlen.

9. Das allothigene Zement fehlt ganz.

10. Ankristallisationen fehlen keinen Echinodermenskeletttrümmern. Sie umwachsen manchmal das nächstgelegene Mikrogeröll. Polysynthetische Zwillingslamellierungen sind oft zu sehen.

11. Das authigene Zement in Form von authigenen wasserhellen, xenomorphen Kalzitkörnern spielt hier ganz dieselbe Rolle wie bei der Echinodermenbreccie von Weesenfly.

12. Außer den schon erwähnten, in einigen Mikrogeröllen liegenden Quarzkörnern kommen noch solche als selbständige Komponenten des Gesteines vor und haben einen mittleren Durchmesser von 1 bis 0,2 mm. Authigene Quarzkörner aber und Verkieselungen in mikrokristallin-unorientierter Form fehlen. Die allothigenen Quarzkörner in den Mikrogeröllen haben einen Durchmesser von 0,05 bis 0,02 mm und liegen hier in eckigen, scharfkantigen Formen ohne jede authigene Ankristallisation vor.

13. Pyrit konnte in Form von Körnern beobachtet werden.

14. Glaukonit kommt in derselben Art wie in der Echinodermenbreccie von Weesenfly vor.

15. Dasselbe gilt für das Eisenoxydhydrat.

16. Dasselbe gilt für die trüben Medien.

17. Andere bestimmbare Mineralien konnten in diesen Schliffen nicht beobachtet werden.

18. Problematika wurden nicht beobachtet.

## VII.

## Echinodermenbreccie von Les Arpilles ob Baulmes (Schweizer Kettenjura) aus dem Sequan.

Makroskopisch betrachtet handelt es sich um einen grauen Kalkstein, der auf frischem Bruche den typischen Charakter der Echinodermenbreccien zeigt. Es konnte leider nur ein Dünnschliff Nr. 9 untersucht werden, der von einem Handstücke stammt, das der geologischen Sammlung der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich gehört. Unter dem Mikroskope zeigt es sich, daß das Gestein den Charakter der Echinodermenbreccie von Weesenfly hat. Über die einzelnen Komponenten ist folgendes zu sagen:

**1.** Die Echinodermenskeletttrümmer nehmen etwa $^1/_4$ aller Komponenten ein. Der größte Echinodermenskeletttrümmer mißt in der Länge 2,9 mm und in der Breite 1,4 mm. Es ist dies ein schiefer Querschnitt durch ein bebrochenes Krinoidenstielglied. Von der Gitterstruktur fehlt diesen Trümmern fast jede Andeutung. Dagegen ist die lichtgelbliche Eigenfärbung vorhanden, und die meisten Individuen sind von Interpositionen staubartig durchsetzt. Die meisten Gebilde haben einen Saum von wechselnder Breite aus der sogenannten grauen Masse, deren Konturen meist gegen die Ankristallisation hin undeutlich werden.

**2.** Bryozoenskeletttrümmer fehlen diesem Schliffe.

**3.** Foraminiferenskelette, deren primäre Schalenstruktur noch einigermaßen erhalten ist, fehlen.

**4.** Trümmer der Stäbchenschicht konnten in diesem Schliffe nicht beobachtet werden.

**5.** Von unbestimmbaren organogenen Trümmern sind einige zu beobachten, doch sind in der Regel ihre kristallographischen Strukturen nur noch undeutlich erhalten, so daß man keine der früher erwähnten Strukturen finden kann. Alle diese Komponenten sind von einem Saume der sogenannten grauen Masse umgeben.

**6.** Ooide kommen in diesem Gesteine ziemlich oft vor. Alle haben einen fremden Kern, der meist ein kleines Mikrogeröll ist. Ihr mittlerer Durchmesser beträgt 0,5 mm. Die konzentrisch-schalige Ooidbildung selbst hat eine Breite, die im Mittel zwischen 0,06 und 0,08 mm schwankt. Diese konzentrisch-schalige Ooidbildung zeigt stets die typische gelblich-bräunliche, fleckige Eigenfärbung. In kleinen Ooiden fehlt der Kern. Dies kommt wohl nur daher, daß der Schnitt hier nur durch die Ooidbildung geht, und der Kern entweder über oder unter dem Schliffe lag. In einem solchen Gebilde kann man das Bertrandsche Kreuz sehen. Manche Ooide liegen in den Mikrogeröllen.

**7.** Mehr als die Hälfte aller Komponenten sind Mikrogerölle von der Art, wie sie bei der Echinodermenbreccie von der Tellplatte beschrieben wurden. Ihre Größe schwankt zwischen 2,4 und 0,06 mm im Mittel. Sie bestehen immer aus der sogenannten grauen Masse. Ein Teil von ihnen können auch Paramorphosen nach Foraminiferen sein, denen aber jede Spur einer biologischen Struktur fehlt.

**8.** Sichere Paramorphosen kann man auch beobachten. Bei manchen spricht die Form dafür, bei andern sind noch Spuren der biologischen Struktur von denjenigen Gebilden vorhanden, nach denen sie Paramorphosen sind. Unter diesen konnte ich aber keine nach irgendwie bestimmbaren Foraminiferen finden.

**9.** Allothigenes Zement fehlt in diesem Schliffe.

**10.** Ankristallisationen fehlen nie diesen Echinodermenskeletttrümmern, bestehen immer aus rein weißem Kalzite und umwachsen häufig die nächstliegende Paramorphose oder Mikrogeröll. Da die Echinodermenskeletttrümmer selbst mit einem Saume umgeben sind, der aus der sogenannten grauen Masse besteht, heben sie sich von diesen gut ab. Polysynthetische Zwillingslamellierungen konnten nie beobachtet werden.

**11.** Die Hauptrolle des authigenen Zementes spielen in diesem Gesteine die authigenen, xenomorphen Kalzitkörner. Die kleinsten von ihnen haben einen Durchmesser von 0,01 mm, größere haben einen von 0,5 mm und mehr. Es läßt sich keine Gesetzmäßigkeit finden, warum an einer Stelle große authigene Kalzitkörner und in geringer Entfernung hiervon, zwischen ganz denselben Komponenten, ganz kleine zu beobachten sind. Einige von ihnen zeigen hin und wieder polysynthetische Zwillingslamellierungen. Da, wo sie an die Ankristallisationen stoßen, sind sie von diesen nur bei gekreuzten Nicols zu unterscheiden.

**12.** In einigen Mikrogeröllen können kleine 0,03 bis 0,01 mm große allothigene Quarzkörner gesehen werden. Sonst fehlen diesem Schliffe sowohl authigene als allothigene Quarzkörner wie auch Verkieselungen.

**13.** Pyrit fehlt in diesem Schliffe.

**14.** Glaukonit fehlt in diesem Schliffe.

**15.** Eisenoxydhydrat fehlt in diesem Schliffe.

**16.** Selbständig vorkommende trübe Medien fehlen in diesem Schliffe. Ihre große Rolle in den Mikrogeröllen und Paramorphosen wie auch in den grauen Säumen wurde schon erwähnt.

**17.** Andere bestimmbare Mineralien fehlen diesem Schliffe.

**18.** Problematika wurden nicht beobachtet.

## VIII.

## Echinodermenbreccie von Walenstadt am Walensee (Schweiz) aus dem Bajocien, Zone Amm. Sowerbyi, des alpinen Doggers.

Makroskopisch betrachtet handelt es sich um einen dunklen Kalkstein, der auf frischem Bruche eine Menge Spaltflächen von Kalzitkristallen, in einer dichten Grundmasse liegend, zeigt. Es wurden fünf Schliffe untersucht, Nr. 19, 19a, 19b, 19c, 19d, die von drei Handstücken stammen, die ich selbst geschlagen habe. Unter dem Mikroskope zeigt diese Echinodermenbreccie eine gewisse Ähnlichkeit mit der von Gänsestad. Es handelt sich hier um einen zoogenen Kalkstein, in dem neben Echinodermenskeletttrümmern eine Reihe anderer Skeletttrümmer vorkommen. Die einzelnen Komponenten sind relativ kleiner als bei Gänsestad. Sie scheinen, bevor sie zur Ablagerung kamen, mehr mechanisch und chemisch beansprucht gewesen zu sein. Das Zement ist ein rein authigenes. Über die Komponenten ist folgendes zu sagen:

**1.** Die Echinodermenskeletttrümmer machen etwa 25 bis 50 % aller Komponenten aus. Der mittlere Durchmesser liegt ungefähr zwischen 1 und 0,8 mm. Der größte Trümmer in Nr. 19c hat eine Länge von 2,2 und eine Breite von 1,8 mm ohne seine Ankristallisation, die bei diesem Trümmer zufällig geringe Dimensionen hat. Was den Erhaltungszustand betrifft, so fällt eine gewisse Verschiedenheit auf. Während bei einem Teile dieser Trümmer nur noch auf ihre Herkunft aus einer lichtgelblichen, ins bräunliche spielenden Eigenfärbung inmitten einer rein weißen Ankristallisation zu schließen ist, zeigt ein anderer Teil der Trümmer noch positive und negative Gitterstrukturen. Diese Gitterstruktur wird durch die sogenannte graue Masse hervorgerufen, die auch sonst noch Flecken und Fetzen im eigentlichen Trümmer einnimmt. Bei einigen Trümmern nehmen diese grauen Flecken, die sich bei gekreuzten Nicols und starker Vergrößerung, wie dies stets der Fall ist, als aus mikrokristallin-unorientiertem, durch trübe Medien verunreinigten $CaCO_3$ erweisen, so große Ausdehnungen an, daß ihr Vorhandensein nur durch die zufällige Lage des Schliffes zu erklären ist. Ankristallisationen sind an allen diesen Trümmern zu sehen. Anscheinend zu den Echinodermenskeletttrümmern gehörend, fällt in diesem Gesteine eine eigentümliche Art von Gebilden auf, die in allen Schliffen einigemal beobachtet werden konnte. Es sind dies Gebilde, deren Durchmesser zwischen 0,68 und 0,48 mm schwankt. Sie haben die typische lichtgelblich-bräunliche Eigenfärbung, bestehen aus einem Kalzitkristalle, der so geschnitten ist, daß man im konvergenten Lichte das Achsenbild des Kalzites sehen kann. Alle diese Gebilde haben Ankristallisationen ganz wie alle übrigen Echinodermenskeletttrümmer. Auffallend ist nur die innere biologische Struktur dieser Gebilde sowie deren äußere Konturen. Diese haben halbkreisförmige Zacken,

so daß das ganze Gebilde ein blumenartiges Aussehen bekommt, etwa wie eine stumpfblättrige Margarite, deren weiße Blätter überall, wo sie sich berühren, zusammengewachsen wären. Leider ist die innere biologische Struktur nur noch undeutlich erhalten, und auch die Konturen verwischen sich gegen die Ankristallisationen hin. Es ist darum nicht möglich, sicher die Zahl der Zacken anzugeben. Jedenfalls variiert die Zahl dieser. Aber wo sie mit einiger Sicherheit gezählt werden konnten, betrug meistens ihre Zahl ein Vielfaches von 5, nämlich einmal 15, dreimal 20 und einmal 25. In Nr. 19b ist ein solcher Trümmer zu sehen, 1-1
der noch am besten die innere biologische Struktur zeigt. Diese ist aber scheinbar etwas abweichend von der der meisten andern. Ob dieses Anderssein nur auf Rechnung einer verschiedenen Erhaltung der biologischen Struktur zu setzen ist, vermag ich nicht anzugeben. In jenem Individuum aus Nr. 19b, dessen Durchmesser 0,56 mm beträgt, sieht man von einem in der Mitte gelegenen Loche von 0,06 mm Durchmesser Strahlen ausgehen, die immer zwischen zwei Zacken endigen. Diese Strahlen sind nicht gleichmäßig dick, sondern haben in regelmäßigen Abständen knotenartige Verdickungen. Der Durchmesser dieser Strahlen zwischen zwei Knoten beträgt 0,01 mm, der Durchmesser der Knoten 0,02 bis 0,015 mm. In diesem Trümmer sind einige Strahlen unterbrochen. Bei andern sieht man nur noch die Knoten. Da aber die meisten auch noch die Mittelstücke besitzen, so nehme ich an, daß das Fehlen dieser nur dadurch hervorgerufen wird, daß der Schliff nicht ganz parallel zur biologischen Struktur liegt. Die Zahl der Knoten anzugeben ist nicht möglich, da sie nach außen hin verschwinden. Schätzungsweise müßten es 7 bis 8 gewesen sein, 5 bis 6 kann man bei einigen zählen. Diese biologische Struktur wird hier sichtbar dadurch, daß das mittlere Loch und die Strahlen mit ihren Knoten aus der sogenannten grauen Masse bestehen, die sich wie stets als aus mikrokristallin-unorientiertem trübem $CaCO_3$ bestehend erweist. Von diesem Bilde weicht das der andern Trümmer dahin ab, daß die Strahlen dichter liegen. Bei dem Verlöschen dieser biologischen Struktur scheint nun ein ähnlicher Vorgang vor sich zu gehen, wie bei dem Verlöschen der Gitterstruktur. Während an einigen Stellen die die primäre biologische Struktur hier hervorrufende graue Masse verschwindet, wird sie auf anderen Stellen zusammengedrängt, und nimmt somit unregelmäßige Fetzen mitten im Individuum ein. Es wird dadurch das einfache Bild aus Schliff 19b sehr verundeutlicht. Auffallend ist, daß man gar keine Trümmer beobachten kann, die eine Struktur aufweisen, die man als senkrecht zu der eben beschriebenen liegend sich denken kann. Immer war es diesselbe Bild mehr oder weniger schief geschnitten, was man nur beobachten konnte. Selbst in den Trümmern, die nur $^1/_8$ oder $^1/_4$ des Gesamttrümmers waren, zeigte es sich, daß immer dieselbe Ebene geschnitten war.

2. Von Bryozoenskeletttrümmern gibt es recht viele in diesem Gesteine. Die Größe der Trümmer variiert sehr. In Nr. 19 hat der größte hierhergehörige Trümmer eine Länge von 2,6 und eine Breite von 1,2 mm. Der mittlere Durchmesser der Bryozoenskeletttrümmer liegt zwischen 0,9 und 0,5 mm. Die Zellwände zeigen noch die typische gelblich-bräunliche Eigenfärbung. Die Zellkammern sind meist mit mikrokristallin-unorientiertem, trübem $CaCO_3$ ausgefüllt. Glaukonit wurde in ihnen nicht gefunden.

**3.** Von Foraminiferen-Skeletten, die ihre ursprüngliche kristallographische Struktur erhalten haben, ist je ein Schnitt in den Schliffen 19b und 19c zu sehen. Beide scheinen der gleichen Art anzugehören. Die äußere Form der Schnitte ist annähernd rhomboidal. Die lange Achse mißt bei dem in 19b 0,84 und bei dem in 19c 0,92 mm. Die kürzere Achse mißt bei dem in 19b 0,68 und bei dem in 19c 0,56 mm. Es ist deutlich zu sehen, daß der Trümmer in 19b in der Richtung der Längsachse und der in 19c in der Richtung der kürzeren Achse angebrochen ist. Um also annähernd die wirklichen Maße zu erhalten, muß man als Minimum die jeweiligen größeren Zahlen nehmen, 0,92 mm für die Länge und 0,68 mm für die Breite. Auch diese Foraminiferenschalenschnitte erinnern am meisten an die Abbildung des Querschnittes der Amphistegina bei Steinmann. Die ganzen Gebilde bestehen aus lichtgelblichem $CaCO_3$, dessen kristallographische Struktur eine sphärolithische ist derart, als ob das ganze Gehäuse aus einem Sphärolithen geschnitten wäre, dessen Zentrum in der Anfangskammer liegen würde, die bei beiden Exemplaren eine Megasphära von ca. 0,1 mm Durchmesser ist. Diese Megasphära ist in 19c von gleichorientiertem, etwas lichterem sphäroidischen $CaCO_3$ ausgefüllt, während in 19b die sogenannte graue Masse hier die Ausfüllungsmasse bildet. Bei gekreuzten Nicols ist stets das bekannte Sphärolithenkreuz zu sehen, und zwar besonders deutlich im Bereiche der ersten Schalenwindungen. Was nun die anderen Kammern betrifft, so sind diese zum Teil mit der grauen Masse, zum Teil mit gleichorientierter Ankristallisation ausgefüllt, und zwar ohne jede besonders erkennbare Gesetzmäßigkeit.

**4.** Trümmer der Stäbchenschicht sind in diesen Schliffen einigemal zu beobachten. Sie entsprechen dem früher gegebenen Bilde.

**5.** Unbestimmbare organogene Trümmer sind häufig zu beobachten. Unter den verschiedenartigen sehr undeutlich nur erhaltenen kristallographischen Strukturen konnte die $\alpha$-Struktur häufig in relativ gutem Erhaltungszustande beobachtet werden.

**6.** Ooide fehlen diesem Gesteine ganz.

**7.** Mikrogerölle kommen häufig vor. Die meisten heben sich durch ihre graue Färbung von den übrigen Komponenten ab. Umkristallisationserscheinungen sind einigemal zu beobachten.

**8.** Paramorphosen von mikrokristallin-unorientiertem, trübem $CaCO_3$ nach unbekannten organogenen Skeletten fehlen auch nicht.

**9.** Allothigenes Zement fehlt diesem Gesteine. Da, wo scheinbar ein solches Zement zu beobachten ist, in dem nämlich zwischen andern Komponenten unregelmäßige und nicht scharf begrenzte Partien von mikrokristallin-unorientiertem, trübem $CaCO_3$ zu beobachten sind, da handelt es sich um ein anderes sehr merkwürdiges Phänomen, nämlich um ein sogenanntes „aufgelöstes Mikrogeröll". Wenn die Umkristallisation eines Mikrogerölles oder auch einer Paramorphose von mikrokristallin-unorientiertem $CaCO_3$ weiter fortgeschritten ist, dann verlöschen häufig ihre Umgrenzungen oder nehmen unter Ausstoßung der trüben Medien fetzenartige Konturen an, die man dann im ersten Augenblicke nicht mehr für Mikrogerölle anspricht, sondern wegen ihrer Form für allothigenes Zement hält.

**10.** Ankristallisationen sind bei allen Echinodermenskeletttrümmern ausnahmslos zu beobachten. Über sie ist dem früher Gesagten nichts hinzuzufügen. Polysynthetische Zwillingslamellierungen, gleichmäßig den Trümmer und die Ankristallisation durchsetzend, sind häufig zu beobachten.

**11.** Authigenes Zement, in Form von authigenen xenomorphen Kalzitkörnern, spielt in diesem Gesteine eine große Rolle. Die Korngröße schwankt sehr. Irgendwelche Durchschnittszahlen lassen sich schwer geben. In Nr. 19 mißt das größte freiliegende Kalzitkorn 0,3 mm.

**12.** Allothigene Quarzkörner konnten in diesen Schliffen nicht gefunden werden, dagegen wohl einige kleinere authigene. Verkieselungen der organogenen Trümmer sind ziemlich oft zu beobachten.

**13.** Pyrit kommt in allen Schliffen in Kornform vor.

**14.** Glaukonit fehlt diesen Schliffen.

**15.** Eisenoxydhydrat fehlt diesen Schliffen.

**16.** Selbständig treten die trüben Medien in diesem Gesteine nirgends auf.

**17.** Andere bestimmbare Mineralien konnten in diesen Schliffen nicht gefunden werden.

**18.** Problematika wurden nicht beobachtet.

## IX.

16 – 19 **Echinodermenbreccie aus dem zoogenen Kalkstein von Dudley (England) aus der Wenlockstufe des Oberen Silur.**

Makroskopisch betrachtet handelt es sich um einen grauen zoogenen Kalkstein, der auf frischem Bruche eine Menge Kalzitspaltflächen in einer anscheinend dichten Grundmasse gelagert zeigt, unter denen man Stielglieder der Krinoiden mit bloßem Auge erkennen kann. Das Gestein hat makroskopisch gewisse Ähnlichkeit mit der Echinodermenbreccie von Gänsestad.

Es wurden zehn Schliffe untersucht, Nr. 104, 104a, 104b, 104c, 105, 105a, 105b, 105c, 105d, 106, die von mehreren Handstücken stammen, die im Geologisch-Paläontologischen Museum der Berliner Universität liegen. Die dabeiliegenden Etiketten trugen die Namen Desmidocrinus, Periechocrinus und Marsupiocrinus, und die Handstücke zeigten schön erhaltene Exemplare ganzer Kelche dieser Platykriniden, die in dem hier zu beschreibenden Gesteine eingebettet lagen.

Unter dem Mikroskope erweist sich dies Gestein als eine Echinodermenbreccie. Mindestens 70 bis 80 % der allothigenen Komponenten sind Echinodermenskeletttrümmer. Über die einzelnen Komponenten ist folgendes zu sagen:

**1.** Die Echinodermenskeletttrümmer, die den weitaus größten Anteil aller Komponenten ausmachen, schwanken in Form und Größe sehr. In Nr. 104a liegt ein Trümmer, der 4,4 mm lang und 2,4 mm breit ist. Der mittlere Durchmesser der Trümmer schwankt zwischen 1,6 und 0,6 mm. Ihr Erhaltungszustand ist ein ziemlich gleicher. Von der Gitterstruktur konnten keine Überreste mehr in diesen Schliffen gefunden werden. Die Trümmer heben sich aber immer mehr oder weniger deutlich von den nie fehlenden Ankristallisationen ab und zwar sowohl durch die lichtgelbliche, ins bräunliche spielende Eigenfärbung, wie auch durch die durch Interpositionen bedingte, mehr oder weniger intensive, graue Trübung. Diese Interpositionen sind schwarz, und ihr maximaler Durchmesser liegt unter 0,006 mm, meistens sogar unter 0,001 mm. Sie scharen sich manchmal zu Flecken von unregelmäßigen Konturen zusammen und haben dann ein kohlenflockiges Aussehen. Da man bei Kalksteindünnschliffen keine Glühversuche machen kann, da es wohl nie gelingt, einen Schliff gänzlich von Objektträger, Deckgläschen und Kanadabalsam zu befreien, ohne daß er dabei völlig zerbrechen würde, so konnte ich mir keine Sicherheit über die Natur dieser Interpositionen verschaffen. In Nr. 104 kann man einen größeren Krinoidenstielgliedschnitt beobachten. Der Durchmesser derselben beträgt 2,6 mm und der des Nahrungskanales 0,8 mm. Ausnahmsweise ist dieser Nahrungskanal mit der sogenannten grauen Masse ausgefüllt. Spaltrisse und polysynthetische Zwillingslamellierungen sind sehr häufig zu beobachten. In einem dieser Schliffe konnte man ein merkwürdiges Hineingepreßtwerden eines Bryozoenskeletttrümmers in einen Krinoidenskeletttrümmer beobachten.

**2.** Die Bryozoenskeletttrümmer sind an Zahl die zweithäufigsten aller allothigenen Komponenten. In allen Schliffen kann man sie in wechselnder Größe und Form antreffen. Die biologische Struktur ist sehr gut erhalten, während die kristallographische oft gelitten hat und einer Umkristallisation unterworfen gewesen ist. Außer solchen Bryozoenskeletttrümmern, deren hier vorliegende äußere Gestalt eine zufällige, sekundäre ist, kommen zwei Gestaltsformen vor, die der primären zu entsprechen scheinen. Ich will diese beiden Formen beschreiben und bei ihnen dann auf die innere biologische wie auf die kristallographische Struktur eingehen, die die gleiche ist wie bei allen anderen Bryozoenskeletttrümmern, deren äußere Form sekundär ist. Der erste Formentypus hat mehr oder weniger kugel- resp. kreisförmige Gestalt. Sein Durchmesser ist verschieden groß. In Nr. 104 ist der Durchmesser 16, 18
des größten hierhergehörigen Gebildes 3,8 bis 3 mm groß. Sonst mißt er aber gewöhnlich nur 1,2 bis 0,7 mm. Einige dieser Gebilde haben sogar nur einen Durchmesser von 0,5 bis 0,4 mm. Das große Gebilde in Nr. 104 zeigt folgende biologische Struktur. Das Innere des Gebildes ist ein Haufwerk von Maschen, die mehr oder weniger kreisförmig angeordnet sind, und zwar derart, daß annähernd im Zentrum eine Masche liegt, die zuerst von neun anderen umgeben wird, die ihrerseits von zwölf weiteren umschlossen sind. Der nun folgende Saum von Maschen ist undeutlich erhalten und umschließt die zwölf vorhergehenden nicht ganz. Die Maschen sind untereinander abgegrenzt durch einen schmalen grauen Faden. Die Gestalt der Maschen ist verschieden. Einige sind annähernd rund, doch zeigen die meisten Ansätze zur Polygongestalt. Die erste Masche z. B. hat eine fünfseitige Begrenzung. Der Durchmesser dieser Maschen schwankt zwischen 0,2 und 0,08 mm. Die anderen Maschen werden mit jeder ringförmigen Lage größer. Bei denen des letzten nicht mehr geschlossenen Ringes beträgt jener bereits im Maximum 0,8 mm. Die Breite des dunklen Fadens, der die Maschen umgibt, resp. sie in die Erscheinung ruft, beträgt ca. 0,01 mm. Dieser grobmaschige innere Teil des Gebildes, dessen Durchmesser zwischen 2,6 und 2,2 mm liegt, ist umgeben von einem dunkleren Saume, der im Maximum 0,8, im Mittel etwa 0,6 bis 0,4 mm breit ist. Seine biologische Struktur ist nicht mehr deutlich erhalten. Man kann nur sehen, daß in einer dunklen einheitlichen Masse kleine Zellen von 0,2 bis 0,1 mm Durchmesser, anscheinend ungeordnet in einer Entfernung voneinander, die gleich ihrem eigenen Durchmesser ist, lagern. Dieser dunkle Saum zeigt nach außen hin eine scharfe Abgrenzung. Was nun die kristallographische Struktur des ganzen Gebildes betrifft, so sieht man, daß die inneren Maschen aus mikrokristallin-orientiertem, fasrigen $CaCO_3$ bestehen, der einen Hohlraum umschließt, der wohl anfangs teilweise mit der sogenannten grauen Masse ausgefüllt war, die jetzt aber nur noch sehr selten erhalten ist, und meistens durch Umkristallisation sich in ein feinkörniges Kalzitaggregat umgewandelt hat. Die Größe dieses Hohlraumes, in dem einst das Tier saß, ist nicht mehr genau anzugeben, da die Übergänge zwischen seiner Ausfüllungsmasse und dem mikrokristallin-orientierten $CaCO_3$ des Skelettes sehr verwischt sind, und letzterer häufig auch in ein feinkörniges Kalzitaggregat zerfällt. Nur gegen den grauen Faden hin ist noch meist die mikrokristallin-orientierte Struktur der Zellwände erhalten. Um wenigstens annähernd Zahlen für die Breite des Ringes, der die Zellwände bildet, anzugeben, folgen

diese Daten. Eine Masche des zweiten Kranzes mißt 0,72 mm im Durchmesser. Der mit allothigenem Kalkschlamm angefüllt gewesene ursprüngliche Hohlraum — Zellkammer — mißt im Durchmesser 0,24 mm. Es bleibt also für die Breite des Ringes der Zellwände 0,24 mm. Diese Zahlen aber variieren von Masche zu Masche. Was nun die kristallographische Struktur des dunklen Randes betrifft, so zeigt es sich, daß die dunkle Masse aus mikrokristallin-orientiertem $CaCO_3$ besteht, während die kleinen Zellen mit authigenen Kalzitkörnern und teilweise auch mit dem umgewandelten Produkte der sogenannten grauen Masse ausgefüllt sind. Bei dieser Kornkleinheit ist es natürlich sehr schwer zu sagen, was authigenes Kalzitkorn, was umgewandeltes Rekristallisationsprodukt der sogenannten grauen Masse ist.

Was nun die kleineren Individuen dieser Gebilde betrifft, so weichen sie in einigem von dem oben beschriebenen ab, sind aber alle unter sich gleich. Erstens fehlt der Unterschied zwischen dem Kerne aus ringförmigen Maschen und dem dunkleren Saume. Ein hierhergehö-
18 riges Gebilde in Schliff Nr. 105c will ich kurz beschreiben. Ein wirres Haufwerk von Maschen, im gewönlichen durchfallenden Lichte durch einen dunklen Faden sichtbar gemacht, bildet den Kern. Die Maschen haben ausgesprochene Tendenz zu unregelmäßiger Polygongestalt. Ihr Durchmesser beträgt 0,4 bis 0,2 mm. Sie bestehen nicht aus einem Ringe und einem Hohlraume, sondern scheinen ganz hohl gewesen zu sein, da sie heute nur mit authigenen Kalzitkörnern angefüllt sind. Immerhin ist es möglich, daß eine Zellkammerwand dort doch noch gewesen, die heute völlig einer Umwandlung zum Opfer gefallen ist. Die Breite und das Aussehen des dunkelgrauen Fadens, der aus mikrokristallin-orientiertem $CaCO_3$ besteht, ist die gleiche, wie bei den früher beschriebenen Gebilden. Interessant ist nun, wie diese Gebilde nach außen abschließen. Der graubraune Faden, der die Polygone umgibt, und der sich sonst im Innern des Gebildes nur gabelt, um so eine neue Masche zu bilden, strahlt nun fächerartig aus und läßt dazwischen keine Hohlräume, sondern ist geschlossen, von derselben Substanz gebildet. Bei einigen dieser Gebilde nun haben sich diese fächerartigen Ausstrahlungen noch nicht unter sich geschlossen, so z. B. in Schliff Nr. 105. Eine beginnende Schließung ist in Nr. 104 zu beobachten. Bei andern dagegen, wo sich die fächerförmigen Ausstrahlungen zusammengeschlossen haben, bilden sie ein Analogon zum dunklen Saume des zuerst beschriebenen Gebildes.

Die zweite Gestaltsform dieser Gebilde ist nicht kugelförmig, sondern bandförmig. In Nr. 106 ist so ein Gebilde zu sehen, das 7,2 mm lang und zwischen 0,7 und 0,4 mm breit ist. In Nr. 105d kommt ein anderes solches Gebilde vor, das eine Länge von 11,6 mm und eine Breite von 1,4 bis 0,4 mm hat. Diese Bänder, die nicht lineal, sondern etwas gewunden verlaufen, haben eine gewisse Ähnlichkeit von Spitzenbändern. Ihre biologische Struktur ist ganz dieselbe wie die der kleinen kugeligen Gebilde. Sie bestehen aus Maschen, die durch einen dunkelgraubraunen Faden gebildet werden und die manchmal von runder, manchmal von polygonaler Gestalt sind. Während nun das Band auf der einen Längsseite scharf abgegrenzt ist, endet es auf der andern Längsseite so, daß der dunkle Faden sich zu fransenartigen Büscheln ausläuft und verbreitet, was in Nr. 106 gut zu beobachten ist. In
19 Nr. 105d sind zwei solche Bänder der Länge nach aneinander geschlossen. Die scharfe Linie

läuft in der Mitte, während die fransenartigen Bildungen an beiden Längsseiten endigen. In allem andern entspricht die biologische Struktur dem der oben erwähnten kugeligen Gebilde. Dasselbe ist auch von der kristallographischen Struktur zu sagen. Der dunkle Faden ist aus mikrokristallin-orientiertem $CaCO_3$ gebildet, und die Maschen sind ganz mit authigenen Kalzitkörnern angefüllt. Ob die bandförmigen und auch die kugeligen Gebilde überhaupt Bryozoenskelette sind, vermag ich nicht sicher zu sagen. Ich habe sie an diesem Orte beschrieben, weil die kugeligen Gebilde sehr viel Ähnlichkeit in ihrer biologischen wie auch kristallographischen Struktur mit den früher beschriebenen Bryozoenskeletten haben, und daß die bandförmigen Gebilde zu den kugeligen in naher Verwandtschaft stehen, scheint mir sehr wahrscheinlich.

**3.** Foraminiferenskelette, die ihre primäre Struktur erhalten haben, fehlen in diesen Schliffen.

**4.** Dasselbe gilt von den Trümmern der Stäbchenschicht.

**5.** Von unbestimmbaren organogenen Trümmern können einige beobachtet werden. In Nr. 104c z. B. ist ein Trümmer zu beobachten, der die $\delta$-Struktur hat.

**6.** Ooide fehlen in diesen Schliffen.

**7.** Dasselbe gilt von Mikrogeröllen.

**8.** Dasselbe gilt von Paramorphosen.

**9.** Allothigenes Zement fehlt diesem Gesteine.

**10.** Ankristallisationen an Echinodermenskeletttrümmern fehlen keinem dieser Trümmer und spielen in diesem Gesteine eine große Rolle, indem sie die Hauptmasse des Zementes bilden. Polysynthetische Zwillingslamellierungen sind auch zu beobachten. Durch ihre reine weiße Farbe heben sie sich gut von den trüben und Eigenfärbung zeigenden Echinodermenskeletttrümmern ab.

**11.** Authigenes Zement in Form von freiliegenden authigenen, xenomorphen Kalzitkörnern spielt in diesem Gesteine eine geringe Rolle. Einige größere wasserhelle Kalzitkristalle, die hier und da zu finden sind, halte ich für Ankristallisationen an Echinodermenskeletttrümmer, die im Raume über oder unter der Schnittfläche des Schliffes liegen.

**12.** Es fehlen diesen Schliffen sowohl authigene wie allothigene Quarzkörner, ebenso Verkieselungen.

**13.** Pyrit ist häufig zu beobachten. Besonders in Schliff Nr. 105c, wo er eine Partie des Schliffes verundeutlicht und in Form von kleinen Körnern wechselnder Größe auftritt. Er ist stets mehr oder weniger in Eisenoxydhydrat umgewandelt.

**14.** Glaukonit fehlt diesen Schliffen.

**15.** Eisenoxydhydrat kommt selbständig nicht vor, sondern nur mit Pyrit, wie oben erwähnt wurde.

**16.** Bei den Echinodermenskeletttrümmern wurden die wahrscheinlich kohligen Fetzen und Körnchen schon erwähnt. Selbständige Partien bilden sonst die trüben Medien nicht.

**17.** Andere bestimmbare Mineralien konnten in diesen Schliffen nicht beobachtet werden.

**18.** Problematika wurden nicht beobachtet.

# II. Klasse.

## X.

20, 21 **Echinodermenbreccie von der Oberen Nase am Vierwaldstätter See (Schweiz) aus dem oberen Schrattenkalke des Aptien der helvetischen Facies.**

Makroskopisch betrachtet handelt es sich um einen zoogenen Kalkstein, der auf frischem Bruche in der bekannten Weise Kalzitspaltflächen in einer dichten Grundmasse erkennen läßt. Es wurden sechs Dünnschliffe untersucht, Nr. 10, 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, die von einem Handstücke stammen, das der Geologischen Sammlung der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich gehört.

**1.** Die Echinodermenskeletttrümmer treten in diesem Gesteine relativ zurück. Sie bilden höchstens 30 % aller allothigenen Komponenten. Ihre Größe wechselt. In Nr. 10 mißt ein Trümmer ohne Ankristallisation in der Länge 2,1 mm und 1,5 mm in der Breite.
21 In Nr. 10b ist vermutlich ein Längsschnitt durch einen Echinidenstachel zu beobachten, dessen Länge 7,2 mm beträgt. Das eine Ende hat eine keulenartige Verdickung, die 1,4 mm breit ist. Von da an verjüngt sich der Stachel gleichmäßig nach dem andern Ende hin. Der mittlere Durchmesser der Echinodermenskeletttrümmer in diesem Gesteine liegt zwischen 1,5 und 0,8 mm. Der Erhaltungszustand ist wechselnd. Bei jenem Stachel z. B. ist kaum noch etwas von der lichtbräunlich-gelblichen Eigenfärbung nachgeblieben, so daß seine Abgrenzung sich von seiner Ankristallisation nicht mehr genau abhebt. Derjenige Trümmer, dessen Maße zuerst angegeben wurden, hat dagegen deutlich seine Eigenfärbung bewahrt.
21 Bei andern Trümmern ist die Gitterstruktur noch erhalten; so z. B. stellenweise sehr deutlich bei einem Trümmer in Nr. 10d. Dieser ist 2,6 mm lang und 1,2 mm breit und hat eine ovale Gestalt. Er schwimmt in seiner Ankristallisation und hebt sich von dieser sehr deutlich ab durch seine lichtgelblich-bräunliche Eigenfärbung. Außerdem ist er noch durch schwarze Interpositionen, die staubartig auf ihm verteilt erscheinen, verunreinigt. Etwa $^1/_3$ aller Trümmer zeigt stellenweise die negative Gitterstruktur. An einer Stelle tritt diese so scharf hervor, daß ich sie näher beschreiben will. In zwei aufeinander senkrechten Richtungen laufen ungefähr 0,005 mm starke, graue Fäden, die an der Stelle, wo sie sich schneiden, Knoten bilden, deren Durchmesser 0,008 mm beträgt. Die zwischen ihnen liegenden quadratförmigen Poren haben einen Durchmesser von ungefähr 0,012 mm und bestehen aus Kalzit, der natürlich in allen Poren gleich-orientiert ist, so daß das ganze Gebilde in einer Stellung auslöscht. Die Fäden bestehen aus der sogenannten grauen Masse. In andern Gebilden, die scheinbar Querschnitte durch Echinidenstacheln oder Krinoidenstielglieder sind, obgleich

ein Nahrungskanal nie einwandfrei zu beobachten war, war das Netzwerk konzentrisch und 21
radial angeordnet. In dieser schönen Ausbildung ist die Gitterstruktur nur sehr selten zu beobachten. Meistens ist sie erloschen, und ihre ehemalige Ausfüllungsmasse ist zu unregelmäßigen Flecken zusammengedrängt.

**2.** Bryozoenskeletttrümmer sind zwar nicht häufig, fehlen aber doch keinem Schliffe. Sie kommen nur in kleinen Trümmern von 0,8 mm Durchmesser vor. Die meisten von ihnen haben ihre typische Eigenfärbung bewahrt, dagegen ist die kristallographische Struktur im Verlöschen. Ihre Poren sind häufiger mit der sogenannten grauen Masse als mit authigenen Kalzitkörnern angefüllt.

**3.** Foraminiferenskelette, die ihre typische kristallographische Struktur zeigen, fehlen diesen Schliffen.

**4.** Trümmer durch die Stäbchenschicht konnten einige Male beobachtet werden; am besten noch in einem kleinen Trümmer in Nr. 10, sonst war meistens ihre kristallographische Struktur im Verlöschen begriffen.

**5.** Von unbestimmbaren organogenen Trümmern kommen in diesen Schliffen sehr viele vor. Ihre kristallographische Struktur ist aber meistens schon stark verwischt, und in mikrokristallin-unorientierten $CaCO_3$ umgewandelt. Man konnte noch die $\alpha$- und $\gamma$-Struktur beobachten.

Es treten hier noch zwei Arten von Gebilden auf, auf die ich näher eingehen will. Die erste Art dieser Gebilde, die besonders gut in Nr. 10d zu beobachten ist, hat eine kristallographische Struktur, die ich die $\varepsilon$-Struktur nenne. Das Gebilde in Nr. 10d hat eine 59
länglich-ovale Gestalt, ist 2,8 mm lang und 0,8 mm breit. Es zeigt im zerstreuten durchfallenden Lichte eine lichtgelblich-bräunliche Eigenfärbung und eine eigenartige Zeichnung, die wohl das Überbleibsel der biologischen Struktur ist. Eine unstetig verlaufende Linie zeichnet unregelmäßige, mit Verästelungen versehene Zacken dergestalt, daß die breiten Enden der Zacken der einen langen Seite des Gebildes, die spitzen Enden der gegenüberliegenden zugekehrt sind. Es durchläuft nun die Länge des Gebildes nicht nur eine Serie solcher Zacken, sondern mehrere, die also der Breite des Gebildes nach hintereinander liegen. Ein Sichschließen der Zacken kann im zerstreuten durchfallenden Lichte nicht beobachtet werden. Dies tritt erst in die Erscheinung, wenn man die Nicols kreuzt. Dann wird dies verworrene, an nichts erinnernde Bild einfacher. Die Zacken schließen sich und zeigen sich als unter sich mehr oder weniger einheitlich-orientiert, während die Zwischenräume, in denen jene Zacken schwimmen, wieder unter sich einheitlich-orientiert sind. Beide, Zacken wie Grundmasse, denn dieser Ausdruck ist richtiger als Zwischenraum, bestehen aus mikrokristallin-orientiertem $CaCO_3$, und zwar in lamellarfasriger Ausbildung. Wenn nun die Fasern der Grundmasse der Länge des Gebildes nach angeordnet sind, stehen sie in den Zacken senkrecht dazu, also parallel der Breite des Gebildes. Wer die Arbeiten von Biedermann kennt, wird leicht auf den Gedanken kommen, es könnte sich hier um einen Schnitt durch die Blätter der Perlmutterschicht der Lamellibranchier handeln, der die Blätterlage nach zwei Richtungen hin schneidet, aber nur unter einem sehr kleinen Winkel.

Das zweite Gebilde kann nur einmal beobachtet werden in Nr. 10. Es ist dies ein schmales Stäbchen von 4,2 mm Länge und 0,4 mm Breite, das an beiden Enden unregelmäßig abgebrochen ist. Es hat im gewöhnlichen durchfallenden Lichte die bekannte lichtgelblich-bräunliche Eigenfärbung und zeigt schon hier, daß es zusammengesetzt ist aus gleich breiten, gerade verlaufenden Bändern, deren Längsrichtung zur Längsachse des Gebildes einen Winkel von ungefähr 25° bildet. Im Raume müssen diese Bänder das Gebilde in gleichmäßiger Spirale umwickeln resp. durchsetzen. Diese Bänder sind 0,12 mm dick. Bei gekreuzten Nicols erkennt man, daß ihre mikrokristallin-orientiert aufgebaute kristallographische Struktur so angeordnet ist, daß das eine Band aus Fasern besteht, die parallel der Längsrichtung dieser Bänder laufen und so fast gleichzeitig auslöschen, während die beiden anliegenden Bänder aus Fasern aufgebaut sind, die zu ihrer Längsrichtung senkrecht stehen. Diese so verschieden aufgebauten gleich breiten Bänder wechseln in regelmäßiger Folge miteinander ab. Da die optische Lage der einzelnen Fasern eine fast gleiche ist, so sind in einer gegebenen Stellung eine bestimmte Anzahl dieser Bandstücke ausgelöscht und in ca. 45° dazu die dazwischen liegenden. Diese Struktur bezeichne ich als ζ-Struktur.

**6.** Ooide fehlen diesen Schliffen.

**7.** Mikrogerölle kommen nur sehr vereinzelt vor. Sie bestehen immer aus mikrokristallin-unorientiertem trüben $CaCO_3$ und enthalten manchmal wie in Nr. 10c Quarzkörner.

**8.** Paramorphosen kommen selten vor. Solche nach irgendwie bestimmbaren Foraminiferen konnten nicht beobachtet werden. Dagegen ist in Nr. 10 eine solche nach einer kleinen Muschelschale zu beobachten. Das Gebilde ist 2,6 mm lang und 1,6 mm breit und zerfällt in einen in sich geschlossenen Schalenschnitt von einer Breite, die zwischen 0,4 und 0,08 mm schwankt und deutlich zeigt, daß sie sowohl nach innen wie nach außen nicht mehr in ihrer ursprünglichen Breite vorliegt, und einer inneren Ausfüllungsmasse, die aus einer Anzahl xenomorpher, authigener Kalzitkörner besteht, deren Durchmesser zwischen 0,6 und 0,4 mm schwankt. Diese weiße Kalzitmasse hebt sich deutlich vom grauen Schalenschnitte ab. Diese Paramorphose besteht zum größten Teile aus der sogenannten grauen Masse, nämlich mikrokristallin-unorientiertem, trübem $CaCO_3$. Trotzdem ist noch hier und da eine gewisse Schichtung zu erkennen, die wohl der Schalenoberfläche parallel lief. Ähnliche Trümmer, nur nicht als in sich geschlossene Schalenschnitte, konnten noch einigemal beobachtet werden.

**9.** Allothigenes Zement in Form von mikrokristallin-unorientiertem $CaCO_3$, dem ein feiner organogener Kalksand beigemischt ist, tritt in diesem Gesteine auf. Seine Menge verhält sich zu der des authigenen Zementes ungefähr wie 1 : 4, und es ist häufig einer Rekristallisation unterworfen. Die Körner werden dann unter dem Mikroskope einzeln sichtbar, die Masse hellt auf und drängt die trüben Medien zu dunklen Fetzen zusammen, wie dies besonders gut in Nr. 10b zu beobachten ist.

**10.** Ankristallisationen an Echinodermenskeletttrümmer fehlen an keinem dieser Komponenten. Sie weisen fast immer polysynthetische Zwillingslamellierungen auf. Über sie ist sonst nichts dem hinzuzufügen, was schon früher gesagt wurde.

**11.** Authigenes Zement in Form von selbständigen authigenen, xenomorphen Kalzitkörnern macht die Hauptmasse des Zementes in diesem Gesteine aus. Seine Korngröße ist sehr wechselnd, übersteigt im Maximum aber kaum 0,2 mm. Polysynthetische Zwillingslamellierungen fehlen den größeren Körnern selten.

**12.** Allothigene Quarzkörner kommen selten vor; sicher authigene konnten nicht beobachtet werden. Dagegen sind häufig Verkieselungen von organogenen Trümmern zu beobachten und zwar sowohl von solchen organogenen Trümmern, die aus mikrokristallinorientiertem $CaCO_3$ bestehen, wie auch ausnahmsweise von Echinodermenskeletttrümmern, was z. B. in Nr. 10 zu beobachten ist.

**13.** Pyrit konnte nur sehr selten in Form von kleinen Körnern beobachtet werden.

**14.** Glaukonit fehlt diesen Schliffen.

**15.** Schwarzbraunes Eisenoxydhydrat kann in einigen Schliffen in Form von Mikroadern beobachtet werden.

**16.** Trübe Medien kommen selbständig im allothigenen Zemente vor. Dieses Vorkommen verdanken sie der Umkristallisation dieses Zementes und einem parallelgehenden Reinigungsvorgang. Ob ihre fetzenartigen Anhäufungen ganz frei von $CaCO_3$ sind, ist höchst unwahrscheinlich.

**17.** In einigen Mikrogeröllen konnten feine Stengel von Muskovit beobachtet werden.

**18.** In Nr. 10 ist ein 1,5 mm großes schwarzbraunes Korn zu beobachten, das bei gekreuzten Nicols opak bleibt.

## XI.

### Echinodermenbreccie von Morschach (Schweiz) aus dem Gault.

Makroskopisch betrachtet handelt es sich um einen grauen Kalkstein, der auf frischem Bruche Spaltflächen von dicht gelagerten Kalzitkörnern erkennen läßt. Das dichte Zement tritt sehr zurück. Es wurden fünf Schliffe untersucht, Nr. 59, 59a, 59b, 59c, 59d, die von einem Handstücke stammen, das ich Herrn Dreyer, Zürich, verdanke. Unter dem Mikroskope zeigt es sich, daß das Gestein zu etwa 80 bis 90 % aus Echinodermenskeletttrümmern und ihren Ankristallisationen besteht, die teils so dicht gelagert sind, daß sie sich berühren. Andere Komponenten und allothigenes Zement spielen eine kleine Rolle. Über die einzelnen Komponenten ist folgendes zu sagen:

**1.** Form und Größe der Echinodermenskeletttrümmer sind sehr variabel. Der mittlere Durchmesser liegt zwischen 2 und 0,4 mm. Von der Gitterstruktur ist fast nie mehr etwas zu sehen. Die Trümmer zeigen eine lichtgelblich-bräunliche Eigenfärbung und sind außerdem in wechselnder Weise von Interpositionen durchsetzt. Ankristallisationen fehlen ihnen nie. Polysynthetische Zwillingslamellierungen durchsetzen oft Trümmer und Ankristallisation. Als eine Eigentümlichkeit der Trümmer dieses Gesteines ist anzuführen, daß die Mehrzahl von ihnen von feinen Kalzitäderchen oft mehrere Male in wechselnder Richtung durchsetzt ist.

**2.** Bryozoenskeletttrümmer derart, wie sie bei Gänsestad beschrieben wurden, sind in allen Schliffen zu beobachten. Ihr Erhaltungszustand ist etwa der gleiche wie dort. Ihre Zellräume sind fast immer von authigenem Kalzite angefüllt.

**3.** Foraminiferenskelette, deren primäre kristallographische Struktur erhalten wäre, fehlen diesen Schliffen.

**4.** Trümmer der Stäbchenschicht fehlen merkwürdigerweise auch diesen Schliffen.

**5.** Von anderen organogenen Trümmern, deren kristallographische Struktur einigermaßen erhalten wäre, ist nicht viel in diesen Schliffen zu beobachten. Hier und da sind einige verlöschende kristallographische Strukturen zu sehen, deren Aufbau nicht mehr eindeutig zu beschreiben ist.

**6.** Ooide fehlen diesem Gesteine.

**7.** Typische Mikrogerölle von mikrokristallin-unorientiertem, trübem $CaCO_3$ können einigemal beobachtet werden.

**8.** Paramorphosen nach Foraminiferen sind relativ oft in diesen Schliffen zu sehen. Die Kammern sind mit einer feinkörnigen, weißen Kalzitmasse ausgefüllt, von der es schwer zu sagen ist, ob sie authigen oder ein Umwandlungsprodukt ist. Milioliden- und lageniden-ähnliche Formen können beobachtet werden.

**9.** Allothigenes Zement in Form von organogenem Kalksande kommt hier ziemlich oft vor.

**10.** Ankristallisationen an Echinodermenskeletttrümmer spielen, nach der Art der Lagerung und des Verbandes zu schließen, keine bedeutende Rolle in diesem Gesteine. Merkwürdigerweise heben sie sich fast nie durch weiße reine Farbe von den Trümmern ab, sondern haben meist wie diese eine lichtgelbliche Färbung. Trotzdem ist aus dem Aneinanderwachsen dieser Trümmer sicher zu schließen, daß es Ankristallisationen sind. Da die Lagerung der einzelnen Komponenten aber eine ziemlich dichte gewesen ist, so wird ihr räumliches Ausmaß kein sehr großes sein. Polysynthetische Zwillingslamellierungen sind häufig zu beobachten.

**11.** Authigenes Zement in Form von authigenen, xenomorphen, weißen Kalzitkörnern kommt sehr selten vor. Da, wo nicht Ankristallisationen an Echinodermenskeletttrümmer das Zement bilden, besteht dieses aus allothigenem, organogenem Kalksande. Authigene weiße Kalzitkörner kommen hier aber noch in einer anderen Form vor, indem sie nämlich die oben schon erwähnten Kalzitäderchen bilden, die das ganze Gestein durchsetzen und mitten durch die einzelnen Komponenten gehen.

**12.** Quarzkörner kommen in diesem Gesteine sehr oft vor. Ihr Durchmesser schwankt zwischen 0,4 und 0,1 mm. Die meisten von ihnen dürften allothigenen Ursprunges sein. Daneben kommen auch authigene Quarzkörner vor und authigene Ankristallisationen an allothigene Quarzkörner, die mit diesen stets optisch gleich-orientiert sind und sich als solche durch ihre Relikte von $CaCO_3$ erkennen lassen. Verkieselungserscheinungen sind selten zu beobachten, was ja nicht verwunderlich ist, da diejenigen organogenen Trümmer, die zuerst dem Verkieselungsprozeß zum Opfer fallen, relativ so selten in diesem Gesteine vorkommen.

**13.** Kleine Pyritkörner können in allen Schliffen häufig gesehen werden.

**14.** Glaukonit kommt oft in dem Gesteine, in Körnern mit wechselnder Intensität der grünen Farbe, die einen Durchmesser von 0,2 und 0,04 mm haben, vor.

**15.** Eisenoxydhydrat ist in allen Schliffen zu sehen, selten in Mikroadern, häufiger als Fetzen und Paramorphosen nach organogenen Trümmern. In Nr. 29a kann man einige Kalzitrhomboeder beobachten, die ein Umwandlungsprodukt des allothigenen Zementes sind, die eine rhomboedrische Umrahmung von braunem mit $CaCO_3$-Relikten durchsetzten Eisenoxydhydrat zeigen.

**16.** Selbständig auftretende trübe Medien können in diesem Gesteine nicht beobachtet werden.

**17.** Andere bestimmbare Mineralien wurden in diesen Schliffen nicht beobachtet.

**18.** Problematika wurden nicht beobachtet.

## XII.

## Echinodermenbreccie von Collombey (Schweiz, Kanton Wallis), aus dem Oberen Hauterivien.

22, 23 Ich verdanke Herrn Professor Dr. H. Schardt je ein Handstück zweier verschiedener Horizonte dieses Gesteines, die ich mit a und b bezeichne; a ist das Hangende von b. Makroskopisch betrachtet handelt es sich um einen grauen Kalkstein von typischem Aussehen einer Echinodermenbreccie. Auf frischem Bruche zeigen beide Handstücke die glitzernden Spaltflächen der Kalzitkristalle in einer dichten Grundmasse. Mit dem bloßen Auge vermag ich an den mir vorliegenden Handstücken keine Krinoidenstielglieder zu erkennen. Auffallend ist, daß die Spaltflächen der Kalzitkristalle eine rotbräunliche, ins violett gehende Färbung zeigen. Die Handstücke zeigen makroskopisch betrachtet fast gar keine Unterschiede. Es wurden von jedem Handstücke je zehn Schliffe angefertigt. Vom Horizonte a die Schliffe Nr. 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349 und 350, und vom Horizonte b die Schliffe Nr. 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360. Unter dem Mikroskope sieht man, daß es sich um einen typischen zoogenen Kalkstein handelt. Eine ganze Reihe verschiedener organogener Komponenten beteiligt sich neben den Echinodermenskeletttrümmern am Aufbau dieses Gesteines. Die beiden Horizonte sind durch einige kleine Abweichungen gut unterschieden. Das charakteristischste für den b-Horizont ist das Überwiegen der Echinodermenskeletttrümmer über die anderen Komponenten, und für den a-Horizont wiederum das Vorkommen ungewöhnlich vieler Bryozoenskeletttrümmer. Über die einzelnen Komponenten ist folgendes zu sagen:

**1.** Die Echinodermenskeletttrümmer machen im b-Horizonte etwa 70 bis 80 % aller Komponenten aus, im a-Horizonte dagegen höchstens 30 bis 40 %. Ihre Größe ist sehr variabel. Im Mittel beträgt sie zwischen 1,4 und 1 mm und sinkt häufig bis auf 0,4 mm. Im a-Horizonte kommen relativ größere Echinodermenskeletttrümmer bis zu 4 mm Durchmesser vor. Ankristallisationen sind immer zu beobachten, doch nehmen sie keinen sehr großen Raum ein, weil die Lagerung der Komponenten eine sehr dichte ist. Die Echinodermenskeletttrümmer beider Horizonte zeigen außerordentlich häufig die polysynthetische Zwillingslamellierung. Die Lamellierung ist nicht eine geradlinige, sondern eine oft sogar nach mehreren Seiten leicht gebogene. Gitterstrukturen sind in beiden Horizonten zu beobachten, besonders aber in dem b-Horizonte. Hier kann man sagen, daß die meisten dieser Trümmer noch partienweise die Gitterstruktur zeigen. Diese tritt fast immer als negative auf, und wird entweder durch gelbes bis dunkelbraunes Eisenoxydhydrat oder, was häufiger der Fall

ist, durch eine andere Substanz, auf die ich später noch zurückkommen werde, gebildet, die wahrscheinlich amorphes Eisensilikat ist. Manchmal kann man auch beide Substanzen nebeneinander als Erzeugerin der Gitterstruktur beobachten. Im a-Horizonte, wo die Gitterstruktur meist weniger oft zu sehen ist, wird sie in der Regel durch dunkelbraunes Eisenoxydhydrat in die Erscheinung gerufen. Alle Echinodermenskeletttrümmer sind ein wenig durch Interpositionen getrübt und manche haben eine leicht gelbliche Eigenfärbung.

**2.** Bryozoenskeletttrümmer von der Art, wie sie bei der Echinodermenbreccie von Gänsestad beschrieben wurden, sind im a-Horizonte sehr oft zu beobachten und treten dort beinahe so oft wie die Echinodermenskeletttrümmer auf. Im b-Horizonte kann man sie dagegen nur selten beobachten. Ihr Erhaltungszustand ist ein ziemlich schlechter. Die Zellkammern sind meist mit authigenen Kalzitkörnern angefüllt, hier und da auch mit mikrokristallin-unorientiertem, trübem $CaCO_3$.

**3.** Foraminiferenskelette, deren primäre kristallographische Struktur noch erhalten wäre, wurden in diesen 20 Schliffen nicht beobachtet.

**4.** Trümmer der Stäbchenschicht konnten einigemal im b-Horizonte und oft im a-Horizonte beobachtet werden. Umwandlungserscheinungen in dem Sinne, daß zwei oder mehrere Stäbchen jetzt ein Kalzitkorn bilden, sind fast Regel. Querschnitte, die die Wabenstruktur gezeigt hätten, wurden merkwürdigerweise in diesen Schliffen nicht beobachtet.

**5.** Von anderen organogenen Skeletttrümmern, deren primäre kristallographische Struktur noch mehr oder weniger zu sehen ist, konnte namentlich die $\delta$-Struktur beobachtet werden, aber immer ohne die sonst auftretenden Knoten. Im a-Horizonte haben diese Trümmer eine Größe bis zu 2,5 mm. Von anderen kristallographischen Strukturen ist die $\alpha$-Struktur im a-Horizonte noch immer deutlich zu sehen. Alle anderen hierhergehörigen Trümmer aber zeigen die ihnen eigene kristallographische Struktur nur noch sehr undeutlich.

**6.** Ooide fehlen diesen Schliffen ganz.

**7.** Mikrogerölle sind im b-Horizonte selten, dagegen im a-Horizonte sehr oft zu sehen. Meistens bestehen sie aus mikrokristallin-unorientiertem, trübem $CaCO_3$. Im a-Horizonte kann man oft bis 3 mm große hierhergehörige Gebilde beobachten, in denen unbestimmbare Paramorphosen zu sehen sind. Unter diesen kommt häufig ein ringförmiges Gebilde vor, auf das ich bei den Paramorphosen näher zurückkommen werde.

**8.** Bei der starken Umwandlung, die dies Gestein erlitten hat, ist es schwer zu sagen, was Mikrogeröll, was Paramorphose ist. Immerhin sind im a-Horizonte deutlich einige Paramorphosen nach Muschelschalen zu sehen. Vielleicht sind auch einige der Mikrogerölle als Paramorphosen nach Foraminiferen aufzufassen, worauf manchmal die äußere Form hindeutet. Von der biologischen Struktur fehlt aber in diesen jede Spur. Alle Paramorphosen bestehen jetzt aus mikrokristallin-unorientiertem, mehr oder weniger trübem $CaCO_3$. Hier ist auch der Ort, auf eine besonders im a-Horizonte typische Komponente hinzuweisen. Es handelt sich meist um freiliegende rundliche bis ovale Gebilde, deren Durchmesser zwischen 0,8 und 0,2 mm schwankt. Meistens bestehen sie aus wasserhellen Kalzitringen wechselnder Breite, die sich unter gekreuzten Nicols als aus Kalzitkörnern wechselnder Größe und Orien-

tierung aufgebaut erweisen. Diese Kalzitringe nun schließen eine runde Partie ein, die aus mikrokristallin-unorientiertem, trübem $CaCO_3$ besteht. Daß es sich um organogene Gebilde handelt, scheint mir fraglos nach der Art der scharfen Abgrenzung jener Ringe. Wahrscheinlich liegt hier eine Ausführungsparamorphose von grobkörnigem Kalzite nach einem Skelettring unbekannter Herkunft vor, der mit verunreinigtem Kalkschlamme ausgefüllt wurde. Manchmal kommt statt dieser Art der Ausfüllung auch noch eine andere vor. Das ganze Gebilde besteht dann aus wasserhellen Kalzitkörnern. Ganz ausnahmsweise war auch einmal das ganze kreisförmige Gebilde aus einem einheitlichen weißen Kalzitkorne gebildet. Meistens aber besteht es auch in dieser Form aus mehreren Kalzitkörnern wechselnder Größe. Diese Gebilde fehlen auch nicht im b-Horizonte. Trotzdem, wie schon oben erwähnt wurde, einige Mikrogerölle diese Kalzitringe in ziemlich dichter Lagerung eingeschlossen enthalten, erkennt man bei einiger Übung leicht, daß wenigstens die größere Mehrzahl der freiliegenden Ringe hier als primäre organogene Komponenten zur Ablagerung gelangten, und nicht etwa als sekundäre terrigene Komponenten aufzufassen sind. Ich gehe in meiner persönlichen Meinung sogar noch weiter und glaube, daß jene betreffenden Mikrogerölle nicht terrigenen Ursprunges, sondern im Meere entstanden sind.

**9.** Allothigenes Zement kommt in beiden Horizonten untergeordnet vor und zwar meist in Form von mikrokristallin-orientiertem, trübem $CaCO_3$, und zwar häufiger im a- als im b-Horizonte.

**10.** Ankristallisationen an die Echinodermenskelettrümmer sind durchweg zu beobachten. Wegen der schon erwähnten Umwandlung, der dieses Gestein ausgesetzt war, ist ihre Ausdehnung nicht mehr genau anzugeben, da man nicht zu sagen vermag, wo der Trümmer einst aufhörte. Da aber die Lagerung der Komponenten eine sehr dichte ist, ist anzunehmen, daß die Ankristallisationen räumlich keine sehr große Rolle spielten.

**11.** Authigenes Zement in Form von reinen, weißen, xenomorphen Kalzitkörnern ist in diesem Gesteine das vorwiegende Bindemittel. Die Korngröße bleibt meist unter 0,3 mm. Freilich ist bei diesen Körnern nicht mehr mit Sicherheit zu sagen, ob sie auch wirklich als authigene Zementbildung aufzufassen sind. Ein Teil könnte leicht aus dem mikrokristallin-unorientiertem $CaCO_3$ durch Umkristallisation entstanden sein. Anhaltspunkte für diese Auffassung sind viele vorhanden.

**12.** Allothigene Quarzkörner konnten mit Sicherheit nicht beobachtet werden, wohl aber solche, deren Charakter unentschieden oder sicher authigen ist. Von solchen konnte man bis 0,2 mm große Körner, wenn auch selten, beobachten. Verkieselungen von mikrokristallin-unorientierter $SiO_2$ nach organogenen Trümmern sind einigemal zu sehen.

**13.** Pyritkörner bis zu einem Durchmesser von 0,4 mm fehlen keinem Schliffe.

**14.** Glaukonit fehlt diesen Schliffen.

**15.** Gelbes und braunes Eisenoxydhydrat als Interpositionen in den Echinodermenskelettrümmern, als negative sowohl wie auch seltener als positive Gitterstruktur, ist in den Echinodermenskelettrümmern des b-Horizontes fast immer zu beobachten; ebenso in denen des a-Horizontes. Daneben kommt noch eine andere Substanz vor, die seltener im a-Hori-

zonte, sehr vorherrschend dagegen im b-Horizonte, teils dem Eisenoxydhydrat beigemischt, teils dieses ersetzend, auftritt. Im zerstreuten durchfallenden Lichte zeigte diese Substanz eine grünliche, manchmal graugrünliche, dann wiederum auch sattgelbe Färbung. Im letzteren Falle ist man geneigt, sie für das ihr beigemischte Eisenoxydhydrat zu halten. Bei gekreuzten Nicols sieht man in allen diesen Fällen, daß es sich hier in der Hauptsache um eine amorphe Substanz handelt, der hier und da, besonders in ihrer gelben Varietät, Eisenoxydhydrat, daneben auch Partien von mikrokristallin-unorientierter $SiO_2$ beigemengt sind. Da, wo diese Masse sich zu Flecken und Fetzen zusammendrängt, kann man $CaCO_3$-Relikte erkennen. Diese Substanz, die wahrscheinlich ein amorphes Eisensilikat ist, kommt ganz in der Art und Weise, bis auf die Form von Mikroadern, vor wie Eisenoxydhydrat, nämlich als Interpositionen, als Gitterstruktur und als größere zusammenhängende Fetzen. In der Form von Mikroadern konnte ich nur Eisenoxydhydrat finden.

**16.** Selbständig auftretende trübe Medien fehlen in diesen Schliffen. Es wurden zwei Schliffe in der früher angegebenen Art entkalkt. Bei beiden konnte leider das Auswaschen nicht lange genug fortgesetzt werden, da die Schliffe mit zu wenig Kanadabalsam auf dem Objektträger aufgeheftet waren und sich vom langen Weichen sowohl in der $^1/_2$-prozentigen HCl-Lösung wie auch nachher in aqua destillata abzulösen begannen. Beim Trockenwerden bildete sich ein dunkler gelartiger Niederschlag, der sich um alle Partikelchen der Rückstände lagerte, so daß man weder deren Qualität noch Quantität genau feststellen konnte.

**17.** Andere bestimmbare Mineralien konnten nicht beobachtet werden, mit Ausnahme von einem rundlichen Korne von 0,01 mm Durchmesser im Schliffe Nr. 355. Dieses Korn, das anscheinend einachsig war, zeigte einen Pleochroismus ähnlich dem des Biotites. Spaltrisse konnten dagegen nicht beobachtet werden.

**18.** Problematika wurden nicht beobachtet.

## XIII.

### Echinodermenbreccie vom Val de Travers (Schweizer Ketten-Jura), aus dem Bathonien (genannt: Dalle nacrée).

24 Makroskopisch betrachtet zeigt dieses Gestein den gewöhnlichen Habitus der Echinodermenbreccien. Es wurden zwei Schliffe untersucht, Nr. 15 und 15a, die von einem Handstücke stammen, das in der Geologischen Sammlung der Eidgen. Technischen Hochschule in Zürich liegt. Unter dem Mikroskope zeigt es sich, daß das Gestein mit demjenigen von Weesenfly etwas Ähnlichkeit hat. Es enthält relativ wenig Echinodermenskeletttrümmer. Mikrogerölle bilden die Hauptmasse der Komponenten. Das Zement ist meist authigen, hier und da ist auch allothigenes zu beobachten. Über die einzelnen Komponenten ist folgendes zu sagen:

**1.** Die Echinodermenskeletttrümmer machen höchstens 30 % aller Komponenten aus. Ihr mittlerer Durchmesser schwankt zwischen 0,8 und 0,4 mm. Der größte Trümmer in Nr. 15 maß 1,2 mm. Der Erhaltungszustand ist verschieden. Während einige Trümmer nur noch eine lichtgelbliche Eigenfärbung zeigen, wird diese bei anderen Trümmern intensiver. Diese Trümmer haben dann meistens auch eine durch Interpositionen bedingte graue Trübung aufzuweisen. Bei anderen Trümmern zeigt sich wieder partienweise in ihnen die Gitterstruktur. Man konnte einige Male die positive, häufiger aber die negative beobachten. Sie wird durch die sogenannte graue Masse hervorgerufen, die sich bei einigen Trümmern zu großen Flecken und Fetzen vereinigt. Manchmal ist der grauen Masse etwas gelbes Eisenoxydhydrat beigemengt. Ein schmaler grauer Saum, um diese Trümmer gelagert, konnte auch einige Male beobachtet werden. Ankristallisationen fehlen nie.

**2.** Bryozoenskeletttrümmer konnten in Nr. 15 von der Art, wie sie bei der Echinodermenbreccie von Gänsestad beschrieben wurden, beobachtet werden. Die Zellen sind meist mit der sogenannten grauen Masse ausgefüllt. Die typische kristallographische Struktur der Zellwände ist im Verlöschen.

**3.** In Nr. 15 konnte ein Schnitt durch eine rotalidenähnliche Foraminifere beobachtet werden. Dies Skelett besteht schon teilweise aus der sogenannten grauen Masse, teilweise ist aber die ursprüngliche kristallographische Struktur zu beobachten, die bei gekreuzten Nicols ihre sphärolithische Ausbildung deutlich zeigt.

**4.** Leidlich erhaltene Quer- und Längsschnitte durch die Stäbchenschicht kommen einigemal in diesen Schliffen vor; so z. B. in Nr. 15a, wo man noch einen gut erhaltenen

Längsschnitt beobachten kann. Im allgemeinen sind aber diese Trümmer einer ziemlichen Umwandlung unterworfen gewesen.

**5.** Unter den unbestimmbaren organogenen Trümmern konnte man die $\alpha$- und $\delta$-Struktur beobachten. In Nr. 15 ist ein großer, teilweise beim Schleifen ausgebrochener Trümmer zu sehen, der deutlich die $\gamma$-Struktur zeigt. Die Mittelschicht ist auch hier aus optisch einheitlich-orientiertem Kalzite gebildet. Die beiden Außenschichten zeigen starken Zerfall, so daß das früher bei dieser Struktur beschriebene Schattenphänomen hier nicht deutlich in die Erscheinung tritt.

**6.** Ooide kommen ziemlich oft vor. Die meisten haben einen fremden Kern. Wenn dieser fehlt, ist das Ooid stets kleiner als die gewöhnlichen. Der mittlere Durchmesser beträgt 0,5 bis 0,4 mm. Wo der fremde Kern fehlt, ist meist bei gekreuzten Nicols das Kreuz der Sphärolithe, wenn auch schwach, zu beobachten. Der Aufbau ist stets ein konzentrisch-schaliger. Im zerstreuten durchfallenden Lichte ist die gelblich-bräunliche, fleckige, für die Ooide so typische Eigenfärbung zu sehen. Beginnende Umwandlung bedingt es, daß die kristallographische Struktur undeutlicher wird.

**7.** Mikrogerölle überwiegen alle anderen allothigenen Komponenten. Es kommen rundliche Körner, von einem Durchmesser, der zwischen 0,8 und 0,4 mm schwankt, vor, daneben auch größere bis zu 2 mm und auch kleinere. In einigen kann man Einschlüsse erkennen, so z. B. kleine Stäbchenschichttrümmer oder Trümmer von Ooiden. Die Mikrogerölle bestehen immer aus der sogenannten grauen Masse.

**8.** Paramorphosen nach irgendwie bestimmbaren organogenen Trümmern konnten nicht sicher beobachtet werden. Vielleicht sind ein Teil der Mikrogerölle Paramorphosen nach Foraminiferen.

**9.** Allothigenes Zement tritt hier und da auf, meist in Form von mikrokristallin-unorientiertem, trübem $CaCO_3$. Dieses zeigt meist eine gewisse Umwandlung, indem es unter Aufhellung feinkörnig wird, wobei manchmal die ausgestoßenen trüben Medien zu Fetzen zusammengedrängt werden.

**10.** Ankristallisationen sind an allen Echinodermenskeletttrümmern zu beobachten. Da die Zahl dieser relativ gering ist, ist die Rolle, die jene im Gesteine spielen, keine sehr große. Immerhin konnte einmal in diesen Schliffen das Umwachsen der nächstliegenden Komponente, eines Mikrogerölles, beobachtet werden.

**11.** Authigenes Zement in Form von authigenen, xenomorphen, weißen Kalzitkörnern bildet die Hauptmasse des Zementes dieses Gesteines. Die Korngröße ist meist gering und steigt selten bis 0,2 mm an.

**12.** Allothigene Quarzkörner konnten in diesen beiden Schliffen nicht beobachtet werden. Authigene dagegen, wie namentlich Verkieselungserscheinungen sind einigemal zu sehen.

**13.** Pyrit fehlt diesen Schliffen.

**14.** Glaukonit fehlt diesen Schliffen.

**15.** Eisenoxydhydrat ist in diesen Schliffen oft anzutreffen, vorwiegend in Form von Interpositionen, die, wenn sie dichter liegen, die betreffende Komponente gelb färben, was bei einigen Mikrogeröllen gut zu beobachten ist. Diese Interpositionen vereinigen sich manchmal zu Flecken. In den Echinodermenskeletttrümmern bilden sie manchmal die Gitterstruktur.

**16.** Selbständige Partien der trüben Medien konnten im allothigenen Zemente beobachtet werden.

**17.** Andere bestimmbare Mineralien konnten in diesen Schliffen nicht gefunden werden.

**18.** Problematika wurden nicht beobachtet.

## XIV.

### Echinodermenbreccie von Villeneuve (Schweiz, Kanton Wadt), aus dem unteren Lias.

Ich verdanke Herrn Prof. Dr. H. Schardt, Zürich, vier Handstücke dieser Echinodermenbreccie, die von vier verschiedenen Horizonten a, b, c, d stammen. Der a-Horizont ist das Liegende vom b-Horizonte, dessen Hangendes der c-Horizont; zu oberst kommt dann der d-Horizont. Herr Prof. H. Schardt hatte die Liebenswürdigkeit mir dieses mitzuteilen. Bei einer makroskopischen Betrachtung sind nur die Horizonte a und c als Echinodermenbreccien anzusprechen. Der a-Horizont besteht aus einem dunkelgrauen zoogenen Kalksteine, der den typischen Charakter der Schweizer Echinodermenbreccien zeigt. Mit bloßem Auge sind Echinodermenskeletttrümmer zu beobachten. Das Gestein des Horizontes c ist von etwas hellerer Farbe und zeigt noch den Echinodermenbreccienhabitus. Es fällt auf, daß die auf frischem Bruche so gut zu beobachtenden Kalzitflächen in diesem Gesteine kleiner sind als bei denjenigen des a-Horizontes. Auch hier kann man mit bloßem Auge Echinodermenskeletttrümmer beobachten. Horizont b besteht aus einem Gesteine, das eine Rosafärbung zeigt und eigentümliche rundliche, graue Einsprenglinge enthält. Auf frischem Bruche ist zu erkennen, daß das Gestein hochgradig kristallin ist und eher als Marmor denn als Echinodermenbreccie zu bezeichnen wäre. Die Kalzitspaltflächen sind sehr klein, und Echinodermenskeletttrümmer vermag ich mit bloßem Auge nicht zu erkennen. Ganz denselben Charakter zeigt das Gestein des Horizontes d, nur ist die Farbe desselben schmutzigweiß, und es fehlen die grauen Einsprengungen. Auf frischem Bruche ist auch der Marmorcharakter nicht so ausgeprägt. Es wurden von jedem Horizonte zehn Schliffe angefertigt. Vom a-Horizonte die Schliffe Nr. 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, vom b-Horizonte die Schliffe Nr. 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, vom c-Horizonte die Schliffe Nr. 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, vom d-Horizonte die Schliffe Nr. 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400. Unter dem Mikroskope zeigt es sich, daß nur das Gestein des a-Horizontes als eine Echinodermenbreccie zu bezeichnen ist, denn nur hier ist noch der Charakter des Gesteines als eines zoogenen Kalksteines erhalten, während die anderen Horizonte sich als so hochgradig umgewandelt erweisen und einen so hohen Grad der Kristallinität erreicht haben, daß sie eigentlich als Marmor zu bezeichnen sind. Der c-Horizont bildet dann das Bindeglied zwischen den beiden, dem a-Horizonte einerseits und dem b- und d-Horizonte andererseits. Über die einzelnen Komponenten des a-Horizontes ist folgendes zu sagen:

25, 26, 27, 28

1. Echinodermenskeletttrümmer bilden etwa 70 bis 80% aller Komponenten. Ihr Durchmesser schwankt im Mittel zwischen 1,5 und 0,6 mm. Doch gibt es sowohl kleinere als auch größere, die bis zu 4 mm Durchmesser haben. Alle Trümmer haben Ankristallisationen. Ihr Erhaltungszustand ist ein ziemlich gleicher. Die meisten haben eine lichtgelbliche Eigenfärbung, die gegen die Ankristallisation hin verlöscht. Sehr viele von ihnen sind mehr oder weniger durch Interpositionen getrübt und zeigen selten noch Spuren der Gitterstruktur, die, wenn vorhanden, durch mikrokristallin-unorientierten $CaCO_3$ in die Erscheinung gerufen wird. Zwillingslamellierungen sind relativ selten zu beobachten.

2. Bryozoenskeletttrümmer sind hier und da zu sehen. Immer handelt es sich um diejenige biologische Struktur, die bei der Echinodermenbreccie von Gänsestad beschrieben wurde. Die gelblich-braune Eigenfärbung der Zellwände ist stets gut zu sehen. Ihre kristallographische Struktur aber zeigt Spuren der Umwandlung. Die Zellkammern sind fast immer mit authigenen Kalzitkörnern angefüllt.

3. Foraminiferenskelette, deren primäre kristallographische Struktur noch erhalten wäre, fehlen diesen Schliffen.

4. Trümmer der Stäbchenschicht sind überaus häufig zu sehen und überwiegen an Zahl die Bryozoenskeletttrümmer. Man kann viele gute Längs- und Querschnitte beobachten. Die gelblich-bräunliche Eigenfärbung ist ziemlich intensiv. Beginnende Umwandlungserscheinungen sind fast immer an ihnen zu sehen.

5. Unter den anderen organogenen unbestimmbaren Trümmern kann man solche sehen, die die $\alpha$-, $\beta$- und $\delta$-Struktur zeigen. In Schliff Nr. 367 konnte man einmal einen Trümmer mit der $\varepsilon$-Struktur sehen.

6. Ooide fehlen diesem Gesteine.

7. Typisch für dieses Gestein sind die besonders im zerstreuten durchfallenden Lichte auffallenden fleckenartigen Partien von mikrokristallin-unorientiertem, trübem $CaCO_3$, deren mittlerer Durchmesser zwischen 1,2 und 0,2 mm liegt. Bald ist ihre Färbung etwas heller, bald ganz dunkel, fast schwarzgrau. Selten sind ihre Konturen scharf, meist machen sie einen angefressenen Eindruck, so, als ob sie sich aufzulösen beginnen. Ein Teil von ihnen sind sicher Mikrogerölle. Manche von ihnen aber, die dunkleren, die mehr eine fetzenartige Form haben, dürften auch zusammengedrängte Partien der trüben Medien des allothigenen Zementes sein.

8. Als Paramorphosen zu bezeichnende Komponenten fehlen diesem Gesteine.

9. Allothigenes Zement in Form von mikrokristallin-unorientiertem, mehr oder weniger trübem $CaCO_3$ spielt keine große Rolle in diesem Gesteine. Da, wo es vorkommt, war es stets einer gewissen Umwandlung unterworfen, der zufolge der $CaCO_3$ feinkörnig wurde und die ganze Partie aufhellte. Hierbei bildeten sich häufig Kalzitrhomboeder, deren mittlerer Durchmesser zwischen 0,4 und 0,2 mm schwankt.

10. Ankristallisationen fehlen nie den Echinodermenskeletttrümmern. Ihre Abgrenzung gegen diese ist meist nicht mehr scharf zu beobachten. Da die Lagerung der Komponenten

eine sehr dichte ist, spielen sie quantitativ keine große Rolle. Immerhin bilden sie die Hauptmasse des Zementes.

**11.** Authigenes Zement in Form von reinen, weißen, xenomorphen Kalzitkristallen nimmt quantitativ die zweite Stelle im Zemente dieses Gesteines ein. Der Durchmesser dieser Körner bleibt meistens unter 0,2 mm.

**12.** Allothigene Quarzkörner konnten in diesen Schliffen nicht gefunden werden, authigene aber kommen hin und wieder vor. Verkieselungen fehlen.

**13.** Pyrit konnte in diesen Schliffen nicht beobachtet werden.

**14.** Glaukonit konnte in diesen Schliffen nicht beobachtet werden.

**15.** Eisenoxydhydrat kommt in Form von Mikroadern, als Interpositionen und als selbständige Fetzen, wenn auch in geringen Mengen, so doch in fast allen Schliffen vor. Ebenso kann man manchmal geringe Spuren einer Substanz beobachten, die ich für amorphes Eisensilikat halte und die hier im zerstreuten durchfallenden Lichte eine gelblich-bräunliche Färbung zeigen und bei gekreuzten Nicols in keiner Lage aufhellen. Ihnen ist meist Eisenoxydhydrat sowie $SiO_2$ als Körnchen beigemengt.

**16.** Die entkalkten Dünnschliffe zeigen, daß die trüben Medien auch selbständig als Zusammendrängungsprodukte bei der Umwandlung des allothigenen Zementes vorkommen.

**17.** Andere bestimmbare Mineralien wurden in diesen Schliffen nicht beobachtet.

**18.** Problematika wurden nicht beobachtet.

Zum Schlusse will ich noch kurz die Gesteine der drei anderen Horizonte beschreiben. Der c-Horizont nimmt eine mittlere Stellung ein. Unter dem Mikroskope sieht man, daß dieses Gestein aus größeren und kleineren Kalzitkörnern besteht. Die größeren entsprechen in Größe, Form und Verbreitung den Echinodermenskeletttrümmern des a-Horizontes. Von der Gitterstruktur sind hier und da noch Spuren erhalten. Die kleineren Kalzitkörner, deren Größe wechselt, sind meistens das Umwandlungsprodukt der anderen organogenen Komponenten. Außer diesen größeren und kleineren Kalzitkörnern kann man nur noch Mikrogerölle beobachten, die im zerstreuten durchfallenden Lichte sich durch ihre dunkelgraue Färbung von den weißen und gelblichen Kalzitkörnern abheben. Beim genaueren Durchsehen dieser Schliffe erkennt man, daß dieses Gestein zweifellos eine Echinodermenbreccie von sehr ähnlicher Zusammensetzung wie diejenige des a-Horizontes gewesen sein muß.

Der b-Horizont zeigt unter dem Mikroskope im zerstreuten durchfallenden Lichte ein ganz ähnliches Bild. Größere, teils noch gelbliche Kalzitkörner liegen in wirrem Gemische inmitten kleinerer Kalzitkörner. Dazwischen findet man die dunkelgrauen Mikrogerölle eingestreut. Bei polarisiertem Lichte sieht man aber, daß die größeren gelblichen oder weißen Kalzitkörner, die in Form und Art der Verteilung den Echinodermenskeletttrümmern und deren Ankristallisationen in der Echinodermenbreccie des a-Horizontes entsprechen, nicht mehr optisch-einheitlich sind, sondern in mehrere Körner zerfallen, deren Grenzen, meistens wenigstens, im zerstreuten durchfallenden Lichte nicht zu sehen sind. Es

wird dadurch eine größere Gleichmäßigkeit des Kornes im Gesteine hervorgerufen. Und wer das Bild eines solchen Dünnschliffes im polarisierten Lichte betrachtet, wird kaum darauf kommen, daß es sich hier um eine umgewandelte Echinodermenbreccie handelt.

Das Gestein des d-Horizontes zeigt den Umwandlungsvorgang noch weiter vorgeschritten. Die kleineren Kalzitkörner sind größer, die größeren kleiner als im vorhergehenden Gesteine. Im zerstreuten durchfallenden Lichte fallen gelbliche Flecken auf, die sich über mehrere Körner verteilen und der letzte Rest der biologischen Struktur der Echinodermenskeletttrümmer sind. In diesem Gesteine fehlen auch die Mikrogerölle. Ihr $CaCO_3$ hat sich ebenfalls zu kleinen Kalzitkörnern zusammengeschlossen, die sporadisch kleine fetzenartige Partien der zusammengedrängten trüben Medien zwischen sich gelagert enthalten.

## XV.

### Echinodermenbreccie von Kosel (Böhmen), aus der Stufe E2 des oberen Silurs.

Makroskopisch betrachtet handelt es sich um einen fast schwarzen zoogenen Kalkstein, bei dem auf frischem Bruche viele hellere Spaltflächen von Echinodermenskelettrümmern aus der dichten schwarzen Grundmasse hervorleuchten. Es wurden sechs Schliffe untersucht, Nr. 211, 211a, 211b, 212, 212a, 212b, die von zwei Handstücken des Geologisch-Paläontologischen Museums der Berliner Universität stammen. Unter dem Mikroskope zeigt es sich, daß das Gestein zum allergrößten Teile aus Echinodermenskeletttrümmern und deren Ankristallisationen besteht. Über die einzelnen Komponenten ist folgendes zu sagen:

**1.** Die Echinodermenskeletttrümmer, deren mittlerer Durchmesser zwischen 1,2 und 0,4 mm schwankt, bilden fast 90 % des Gesteines. In Nr. 212a befinden sich einige längliche Trümmer, wahrscheinlich Längsschnitte durch Echinidenstacheln. Einer davon hat eine Länge von 4,1 mm bei einer Breite von 0,4 mm. Querschnitte, wahrscheinlich durch Krinoidenstielglieder konnten beobachtet werden, z. B. einer in Nr. 211, der einen Durchmesser von 0,8 mm hat und im konvergenten Lichte ein schönes Achsenbild des Kalzites zeigt. Ob es sich aber wirklich um Krinoidenstielglieder handelt, ist bei dem gänzlichen Fehlen der Gitterstruktur in diesem wie in den anderen Echinodermenskeletttrümmern des Gesteines schwer zu sagen. Die Echinodermenskeletttrümmer heben sich meist gut von ihren Ankristallisationen ab, sowohl durch eine lichtgelbliche Eigenfärbung wie noch häufiger durch staubartig verteilte 50
Interpositionen, deren größte Körnchen sich als Pyrit erwiesen.

**2.** In Nr. 212b ist ein stark umgewandelter Trümmer eines Bryozoenskelettes zu beobachten, das an die in der Echinodermenbreccie von Dudley beschriebenen erinnert. Auch sonst sind hier und da noch kleine undeutlich erhaltene Bryozoenskeletttrümmer zu sehen.

**3.** Foraminiferenskeletttrümmer, die ihre primäre kristallographische Struktur erhalten haben, kommen hier und da in gänzlich unbestimmbarer Form vor.

**4.** Trümmer der Stäbchenschicht konnten nicht beobachtet werden.

**5.** Von unbestimmbaren organogenen Trümmern sind einige in diesem Gesteine zu beobachten. Manche von ihnen, die sich als Schnitte durch Muschelschalen deuten lassen, haben die kristallographische $\alpha$-Struktur. Andere, z. B. in Nr. 212b, haben Angelhakenform, oder in Nr. 211b Golfstockform, oder eine gerade oder leicht gebogene Stäbchenform. Ihre Länge schwankt zwischen 2 und 1,2 mm, ihre Breite zwischen 0,4 und 0,2 mm. Sie bestehen aus mikrokristallin-orientiertem $CaCO_3$ und scheinen aus feinsten Lamellen, ähnlich der $\alpha$-Struktur, aufgebaut zu sein. Würden nicht die Spongiennadeln als wie aus

einem einzigen Kristalle geschnitten bisher immer beschrieben sein, so würde ich diese Gebilde für Spongiennadeln halten. Endlich kommen noch ringförmige Gebilde vor, deren Durchmesser in den Schliffen Nr. 212 und 212a bis zu 0,7 mm steigt, die sich optisch so verhalten, als wären sie aus einem Sphärolithen geschnitten. Es ist nicht unmöglich, daß es sich um Foraminiferenskelette handelt.

**6.** Ooide fehlen diesen Schliffen.

**7.** Mikrogerölle fehlen diesen Schliffen.

**8.** Paramorphosen fehlen diesen Schliffen.

**9.** Allothigenes Zement kommt sehr selten vor, meist als mikrokristallin-unorientierter, trüber $CaCO_3$, selten als organogener Kalksand.

**10.** Die Ankristallisationen an die Echinodermenskeletttrümmer bilden das Hauptzement in diesem Gesteine. Sie heben sich durch weiße Färbung meist gut ab von den durch Interpositionen getrübten Echinodermenskeletttrümmern. Polysynthetische Zwillingslamellierungen sind selten zu beobachten.

**11.** Einige kleine authigene, xenomorphe Kalzitkörner treten hier und da in den Schliffen auf.

**12.** Quarzkörner, sowohl in authigener wie in allothigener Form, fehlen diesen sechs Schliffen. Dagegen sind Verkieselungserscheinungen nicht selten.

**13.** Pyrit kommt sehr oft in diesem Gesteine vor in Schüppchen und Körnern bis 0,6 mm Durchmesser, die oft nesterartig angeordnet sind. Stets ist er mehr oder weniger in Eisenoxydhydrat umgewandelt.

**14.** Glaukonit fehlt diesem Gesteine.

**15.** Eisenoxydhydrat ist häufig zu beobachten in Form von Interpositionen, die sich nesterartig verdichten, und auch als Fetzen, niemals aber in Mikroadern. Daß es stets neben Pyrit auftritt, wurde schon erwähnt.

**16.** Trübe Medien treten in diesen Schliffen nicht selbständig auf.

**17.** Andere bestimmbare Mineralien konnten nicht gefunden werden.

**18.** Es können hier z. B. in Nr. 212b Komponenten beobachtet werden, die eine gewisse Ähnlichkeit mit den unter dieser Rubrik bei der Echinodermenbreccie von Gänsestad beschriebenen haben.

# III. Klasse.

## XVI.

### Echinodermenbreccie vom Vorderglärnisch (Schweiz), aus dem unteren Bajocien.

Makroskopisch betrachtet handelt es sich um einen zoogenen Kalkstein von intensiv 29, 30
rotbrauner Färbung, der auf frischem Bruche hellere, bald gelbliche, bald rosagefärbte Echinodermenskeletttrümmer, unter denen man Krinoidenstielglieder erkennen kann, in einer rotbraunen Grundmasse schwimmend zeigt. Es wurden vier Schliffe, Nr. 4, 4a, 4b, 4c, untersucht, die von einem Handstücke stammen, das der Geologischen Sammlung der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich gehört. Unter dem Mikroskope zeigt sich ein ungewöhnlich interessantes Bild. Es handelt sich um einen typischen zoogenen Kalkstein, der in der Hauptsache aus Echinodermenskeletttrümmern besteht, neben denen eine Reihe anderer organogener Trümmer vorhanden sind. Alle diese Trümmer waren durch authigenes und allothigenes Zement verbunden. Heute ist das Gestein zu ca. 20 % vererzt. Diese Vererzung verläuft nun bei den einzelnen Komponenten verschieden, aber innerhalb der Skelette einer Tierklasse immer in gleicher Art und Weise. Über die einzelnen Komponenten ist folgendes zu sagen:

**1.** Die Echinodermenskeletttrümmer machen bis 70 % aller Komponenten aus. Der Durchmesser dieser Komponenten schwankt zwischen 2,1 und 0,2 mm und beträgt im Mittel 1,2 bis 0,6 mm. Der Erhaltungszustand ist verschieden. Bei einigen Trümmern hebt sich nur durch eine lichtgelbliche Färbung der Echinodermenskeletttrümmer von der nie fehlenden Ankristallisation ab. Die meisten zeigen aber eine verschieden weit vorgeschrittene Vererzung. Diese beginnt zuerst mit staubartig verteilten Interpositionen von braunem Eisenoxydhydrat. Wenn die Interpositionen etwas zunehmen, beginnt das Eisenoxydhydrat die Gitterstruktur in die Erscheinung zu rufen. Die positive Struktur ist fast nie deutlich ausgeprägt zu beobachten. Als Vorstufe zu der negativen ist eigentlich in der Regel nun folgendes zu beobachten: zwei zusammenstoßende Bälkchen des Gitterwerkes bestehen aus Eisenoxydhydrat, während die zwei anderen und das von diesen Gitterbälkchen umschlossene Korn Kalzit sind. Sehr häufig kommt dann die gut ausgeprägte negative Gitterstruktur vor. Nimmt die Vererzung zu, so verdicken sich die Bälkchen mehr und mehr. Das Eisenoxydhydrat frißt den Kern auf, und am Schlusse ist der ganze Echinodermenskeletttrümmer ein großes Eisenoxydhydratkorn, das in der kalzitischen Ankristallisation schwimmt. Dieser Endzustand ist im vorliegenden Gesteine nur selten erreicht. In der Regel sieht man die negative

Gitterstruktur gut ausgeprägt mit bald dicken, bald dünnen Bälkchen. Innerhalb dieser negativen Gitterstruktur sind noch fleckenweise einige Partien ganz vererzt. Öfters beobachtet man auch, daß der Rand, wo der Trümmer mit der Ankristallisation zusammenstößt, ganz vererzt ist. In vielen Trümmern vereinigen sich mehrere Stadien der Vererzung. Bei der typischesten, hier vorkommenden negativen Gitterstruktur ist der Durchmesser des Kalzitkornes mehr oder weniger gleich der Dicke der Bälkchen und beträgt ungefähr 0,01 mm. Was die Anordnung der Gitterstruktur betrifft, so kann man beide Hauptarten beobachten, die, in der das Gitterwerk nach zwei aufeinander Senkrechten angeordnet ist, und die, in der die Anordnung nach konzentrischen Kreisen und gleich weit voneinander abstehenden Radien vorliegt. Es ist ganz klar, daß diese zwei Anordnungen ganz bestimmte Lagen des Schliffes im Gebilde voraussetzen, die ideal nur selten vorliegen. Daneben kommen noch Anordnungen vor, die
30 Anklänge an die von Stelzner abgebildeten Strukturen zeigen; sie sind aber nie so gut erhalten, daß man sie beschreiben könnte.

29, 30 **2.** Bryozoenskeletttrümmer nehmen an Zahl die zweite Stelle unter den organogenen Trümmern ein. Sie bilden, wie bei vielen anderen der hier beschriebenen Gesteine, auch hier die größten seiner authigenen Komponenten. In Nr. 4a ist ein solcher Trümmer zu sehen, dessen maximale Länge 3,6 mm und dessen maximale Breite 2,4 mm mißt, wobei noch zu sagen ist, daß es sich um einen am Rande des Schliffes liegenden Trümmer handelt, der sicher im Gesteine noch größer war. Die biologische Struktur dieses Trümmers ist noch sehr gut sichtbar und entspricht derjenigen derselben Art Trümmer der Echinodermenbreccie von Gänsestad. Je nach der Lage des Schliffes sind die Zellräume mehr oder weniger kreisrund oder tubenförmig. Selten sind diese Zellräume mit allothigenem, mikrokristallin-unorientiertem $CaCO_3$ oder authigenen Kalzitkörnern angefüllt. In der Hauptsache sind diese Zellräume durch Eisenoxydhydrat, in dem noch häufig $CaCO_3$-Relikte zu beobachten sind, ausgefüllt. Die kristallographische Struktur der Zellwände ist meist sehr gut erhalten, nur ganz ausnahmsweise zeigt sich ein Zerfall in mikrokristallin-unorientierten $CaCO_3$. Bei gekreuzten Nicols erkennt man gut, daß sie aus mikrokristallin-orientiertem $CaCO_3$ in faseriger oder lamellenförmiger Ausbildung besteht. Im zerstreuten durchfallenden Lichte zeigen die Zellwände eine lichtgelbliche Eigenfärbung. Das Eisenoxydhydrat hat auch in allen Fällen den $CaCO_3$ der Zellwände angegriffen, so daß diese dünner und dünner werden und schließlich in einigen Fällen ganz verschwinden. Aber auch dieses Endstadium ist nur selten erreicht. Der mittlere Durchmesser der runden Zellräume liegt zwischen 0,15 und 0,08 mm. Der Abstand von Zellraum zu Zellraum schwankt zwischen 0,12 und 0,03 mm, was aus dem oben Gesagten verständlich ist.

**3.** Man kann in diesen Schliffen einige Schnitte durch Foraminiferenschalen beobachten, bei denen die Schale sich optisch als wie aus einem Sphärolithen geschnitten verhält und die bei zerstreutem durchfallendem Lichte eine leichte lichtgelbliche Eigenfärbung haben. Die Kammern sind hier überall mit Eisenoxydhydrat ausgefüllt. In Nr. 4a ist ein Schnitt, der an die schon einigemal erwähnte Abbildung Steinmanns einer Amphistegina erinnert. Die Längsachse mißt 0,32 mm und die kurze Achse 0,2 mm. Im selben Schliffe

ist noch eine Foraminiferenschale zu beobachten, die fünf in einer Reihe hintereinanderliegende Kammern hat und die an einen Schnitt durch eine Textularia erinnert, der nur die eine Reihe der Kammern traf. Die Maximallänge des Gebildes beträgt 0,37 mm, die maximale Breite 0,18 mm. Die anderen hierhergehörigen Komponenten in diesem Gesteine sind nur Trümmer von Foraminiferenschalen.

**4.** Trümmer der Stäbchenschicht konnten nur zweimal beobachtet werden. Es handelt sich beidemal um Längsschnitte, die im gewöhnlichen durchfallenden Lichte die typische gelbliche Eigenfärbung zeigen und deren einzelne Stäbchen auch noch ihre ursprüngliche kristallographische Struktur haben.

**5.** Andere organogene unbestimmbare Skeletttrümmer sind in diesem Gesteine häufig. Ihre Strukturen, die meistens noch ganz gut erhalten sind, zeigen in der Regel die $\alpha$-Struktur. Daneben kann man auch die $\beta$- und $\varepsilon$-Struktur sehen. Ein großer Trümmer zeigt die $\delta$-Struktur mit den früher erwähnten Knoten, die hier vererzt sind. Der Durchmesser der Knoten beträgt ca. 0,008 mm, und die einzelnen Knoten liegen in ziemlich regelmäßiger Anordnung in einem Abstande von 0,08 mm voneinander. In Nr. 4a ist eine kleine, runde, im zerstreuten durchfallenden Lichte gelbliche Scheibe zu sehen, deren Durchmesser 0,12 mm beträgt, die keinerlei biologische Struktur aufweist, bei gekreuzten Nicols aber das Bertrandsche Kreuz erkennen läßt.

**6.** Ooide fehlen diesem Gesteine.

**7.** Mikrogerölle kommen vereinzelt vor. Wegen ihres mehr oder weniger weit vorgeschrittenen Vererzungszustandes ist es schwer erkennbar, was Mikrogeröll und was Paramorphose ist.

**8.** Auch Paramorphosen kommen nur selten vor.

**9.** Einst müssen eine Reihe von Lücken zwischen den Komponenten, die nicht Echinodermenskeletttrümmer sind, mit allothigenem Zemente ausgefüllt gewesen sein. Dieses ist aber zum weitaus größten Teile heute der Vererzung zum Opfer gefallen, so daß in diesem Gesteine nicht unbeträchtliche Partien der Zwischenräume derjenigen Komponenten, die nicht Echinodermenskeletttrümmer sind, aus braunem Eisenoxydhydrate bestehen.

**10.** Ankristallisationen an Echinodermenskeletttrümmer fehlen nie. Wegen der dichteren Lagerung dieser Komponenten spielen sie räumlich keine sehr große Rolle, was man gut verfolgen kann bei denjenigen Echinodermenskeletttrümmern, die einer Vererzung unterworfen waren. Niemals kann man beobachten, daß die Vererzung auch die Ankristallisation angegriffen hätte. Polysynthetische Zwillingslamellierung ist oft zu beobachten.

**11.** Freiliegende authigene Kalzitkörner, die als authigenes Zement die Lücken dieser Komponenten ausfüllen würden, sind von mir nicht beobachtet worden. Wenn sie doch vorkommen, so spielen sie sicher keine Rolle im Zemente des Gesteines. Das primäre Zement war hier entweder Ankristallisation oder allothigenes Lückenzement.

**12.** Quarzkörner kommen hier sehr oft in Form von eckigen, xenomorphen Körnern vor. Anfangs hielt ich diese für allothigene Quarzkörner, aber einige Umstände haben mich überzeugt, daß viele sicher authigenen Ursprunges sind, und da alle einen gleichen Charakter haben,

so ist es wahrscheinlich, daß alle authigen sind. Erstens sind in diesen Quarzkörnern häufig Interpositionen zu beobachten. Auch $CaCO_3$-Relikte fehlen nicht in ihnen. Zweitens liegen die Quarzkörner mit nur wenig Ausnahmen mitten in den Eisenverbindungen, gleichviel, ob diese den mikrokristallin-unorientierten $CaCO_3$ eines Mikrogerölles oder einer Bryozoenkammerausfüllung verdrängte, oder ob es Eisenoxydhydratanhäufungen mitten in einem Echinodermenskeletttrümmer sind. Gerade in den Bryozoenskelettkammern ist auffallend, daß diese häufig, wenn sie mit Eisenoxydhydrat ausgefüllt sind, ein in diesem schwimmendes Quarzkorn zeigen. Besonders überzeugend aber für den authigenen Charakter dieser Quarzkörner ist das Vorkommen in den Echinodermenskeletttrümmern. Da, wo das Eisenoxydhydrat durch ein Dickerwerden der Bälkchen der Gitterstruktur schließlich mitten im Echinodermenskeletttrümmer eine zusammenhängende Partie bildet, treffen wir plötzlich in dieser schwimmend ein Quarzkorn. Dessen Entstehung kann man sich nur so erklären, daß man annimmt, daß, nachdem der Vererzungsvorgang mehr oder weniger weit vorgeschritten war, ein Verkieselungsvorgang anfing, und daß die $SiO_2$ mit Vorliebe zuerst die Eisenverbindungen verdrängte. Die Größe der Quarzkörner ist sehr variabel. Der Durchmesser schwankt zwischen 0,37 und 0,03 mm.

**13.** Pyrit fehlt diesen Schliffen.

**14.** Glaukonit fehlt diesen Schliffen.

**15.** Das Eisenoxydhydrat, das in diesem Gesteine eine so große Rolle spielt, zeigt im zerstreuten durchfallenden Lichte eine tief rotbraune, oft fast ins Schwarze übergehende Farbe. Bei Beginn der Vererzung sieht man hellere Farbentöne. Über das Vorkommen des Eisenoxydhydrates ist bereits alles bei den einzelnen Komponenten gesagt worden. Zu erwähnen ist nur noch, daß es durch verdünnte Salzsäure nicht angegriffen wird.

**16.** Trübe Medien spielen in diesem Gesteine eine auffallend geringe Rolle, denn da die sogenannte graue Masse nur sehr wenige Komponenten aufbaut, so tritt sie zurück. Selbständig auftretend wurde sie nie beobachtet.

**17.** Andere bestimmbare Mineralien fehlen in diesen Schliffen.

**18.** In Schliff Nr. 4b ist ein anscheinend allothigenes längliches, gerundetes Korn von 0,6 mm Durchmesser zu sehen, das jetzt aus mikrokristallin-unorientierten $CaCO_3$-Schüppchen und Eisenoxydhydratschüppchen, die in einer amorphen Substanz liegen, besteht. Die Substanz zeigt im zerstreuten durchfallenden Lichte eine lichtbräunliche Färbung. Dieses Gebilde hat Ähnlichkeit mit denjenigen, die in dieser Rubrik früher erwähnt wurden.

## XVII.

### Echinodermenbreccie vom Gipfel des Uri-Rothstockes (Schweiz) aus dem Dogger.

Makroskopisch betrachtet handelt es sich um einen rotbraunen zoogenen Kalkstein, 31
der den bekannten Echinodermenbreccien-Habitus auf frischem Bruche zeigt. Es wurden drei Schliffe untersucht, Nr. 57, 57a und 57b, die von einem Handstücke stammen, das mir von Herrn Dreyer, Zürich, überlassen wurde. Unter dem Mikroskope sieht man, daß es sich um einen zoogenen Kalkstein handelt, der vorwiegend aus Echinodermenskeletttrümmern und daneben einer Reihe anderer organogener Trümmer besteht. Das Zement ist in der Hauptsache allothigenes, das hier in Form von mikrokristallin-unorientiertem, trübem $CaCO_3$ vorliegt. Daneben kommt authigener Kalzit in Form von Ankristallisationen an die Echinodermenskeletttrümmer noch als Zement vor. Aber bereits nicht alle Echinodermenskeletttrümmer haben diese Ankristallisationen. Eisenoxydhydrat ist reichlich im Gesteine vorhanden. Seine Verteilung weicht aber erheblich von derjenigen ab, die wir bei der Echinodermenbreccie vom Vorderglärnisch kennen lernten. Der Erhaltungszustand der einzelnen Komponenten ist kein guter mehr. Es ist auch nur weniges über sie zu sagen:

**1.** Die Echinodermenskeletttrümmer machen ca. 60 bis 70% der Komponenten aus. Ihr mittlerer Durchmesser schwankt zwischen 1,2 und 0,4 mm. Ihr Erhaltungszustand ist ein recht variabler. Einige zeigen die Gitterstruktur, hier durch Eisenoxydhydrat in die Erscheinung gerufen, nie ist aber dieselbe so scharf ausgeprägt wie bei der Echinodermenbreccie vom Vorderglärnisch. Es zeigen die meisten der hierhergehörigen Trümmer einen durch Interpositionen von Eisenoxydhydrat gelblich gefärbten Saum. Die Echinodermenskeletttrümmer, die keine Gitterstruktur zeigen, heben sich gut von ihren Ankristallisationen durch Trübung, bedingt durch Interpositionen, und durch die hier etwas ins bräunliche schimmernde lichtgelbliche Eigenfärbung ab.

**2.** Die Bryozoenskeletttrümmer folgen an Zahl an zweiter Stelle. Ihre Größe übertrifft wenig die der Echinodermenskeletttrümmer. In Nr. 57b ist ein solcher Trümmer 1,5 mm lang und 0,8 mm breit. Die Zellräume sind fast immer mit Eisenoxydhydrat ausgefüllt, das hier den mikrokristallin-unorientierten $CaCO_3$ verdrängt hat. Die Zellwände sind meist schon einer beginnenden Vererzung unterworfen. Wo dieses nicht der Fall ist, geht häufig die kristallographische Struktur in mikrokristallin-unorientierten $CaCO_3$ über.

**3.** In Nr. 57 beobachtet man einen Foraminiferenschalenschnitt, der durch eine Textularia gelegt sein könnte. Die vier hintereinanderliegenden Kammern sind mit Eisenoxyd-

hydrat ausgefüllt. Die Schalenwände verhalten sich so, als ob das ganze Gebilde aus einem Sphärolithen geschnitten wäre.

**4.** Einmal, in Nr. 57, kann man einen Querschnitt durch die Stäbchenschicht beobachten. Der Durchmesser der Polygone liegt zwischen 0,05 und 0,02 mm. Einige derselben zeigen im konvergenten Lichte deutliche Achsenbilder des Kalzites.

**5.** Die meisten der anderen organogenen Skeletttrümmer sind so weit umgewandelt, daß von ihrer Struktur kaum mehr etwas vorhanden ist und man eigentlich nur von Paramorphosen sprechen kann. Hier und da sind noch die Strukturen $\alpha$, $\beta$, $\delta$ zu erkennen.

**6.** Ooide fehlen diesem Gesteine.

**7.** Ob Mikrogerölle in diesem Gesteine vorkommen, ist nicht sicher zu sagen, da sie wegen ihrer weitgehenden Vererzung von den Paramorphosen nicht zu unterscheiden sind.

**8.** Paramorphosen nach Skeletten von Organismen kommen häufig vor. Meist zeigen sie eine mehr oder weniger weit vorgeschrittene Vererzung. In Nr. 57a ist eine Paramorphose nach einer textularienähnlichen Foraminifere zu sehen. Außer diesen Paramorphosen aus mikrokristallin-unorientiertem $CaCO_3$ kommen auch solche aus feinkörnigem Kalzite vor. Es ist möglich, daß dies Paramorphosen nach der Stäbchenschicht sind, und es dürfte nicht unwahrscheinlich sein, daß diese primär als Aragonit vorlagen, und daß diese Paramorphosenbildung erst im festen Gesteine vor sich ging, was bei den anderen Paramorphosen wohl nicht der Fall gewesen sein wird.

**9.** Die Zwischenräume zwischen den einzelnen Komponenten werden von einem allothigenen Zemente, das aus mikrokristallin-unorientiertem $CaCO_3$ besteht, gebildet, das nirgends aber so weit getrübt ist, daß man es zu der sogenannten grauen Masse rechnen könnte; dagegen ist es in wechselnder Weise mit Eisenoxydhydrat durchsetzt, wodurch es eine lichtgelbliche bis bräunliche Färbung erhält.

**10.** Den meisten der hier vorhandenen Echinodermenskeletttrümmern fehlen die Ankristallisationen. Immerhin sind an einem Teile derselben doch noch räumlich nicht sehr ausgedehnte Ankristallisationen zu beobachten, was als ein Zeichen dafür angesehen werden muß, daß wenigstens nicht alles allothigene Zement gleichzeitig mit den übrigen Komponenten zur Ablagerung gelangte.

**11.** Authigenes Zement in Form von authigenen, xenomorphen, weißen Kalzitkörnern fehlt diesem Gesteine. Authigene Kalzitkörner kommen nur in gewissen Paramorphosen, wie oben erwähnt, vor.

**12.** Quarzkörner kommen häufig vor. Ihr mittlerer Durchmesser schwankt zwischen 0,1 und 0,05 mm. Bei vielen von ihnen ist es sehr schwer zu sagen, ob sie authigenen oder allothigenen Ursprunges sind, bei anderen dagegen, die ähnlich wie in der Echinodermenbreccie vom Vorderglärnisch inmitten von Eisenoxydhydratpartien liegen und Relikte dieser Substanz oder $CaCO_3$-Relikte umschließen, ist der authigene Charakter nicht zweifelhaft. Ganz ausnahmsweise kann man Ankristallisationen an die Quarzkörner beobachten, die einer idiomorphen Ausbildung derselben zustreben. Verkieselungen von organogenen Skeletttrümmern fehlen.

**13.** Pyrit fehlt diesen Schliffen.

**14.** Glaukonit fehlt diesen Schliffen.

**15.** Das Eisenoxydhydrat kommt hier meist in einer rotbraunen Färbung, daneben aber seltener auch in gelber vor. Hier sind dann stets viel Kalzitrelikte zu beobachten. Über sein Vorkommen ist bei den einzelnen Komponenten alles Wesentliche gesagt. Hier sei nur noch hinzugefügt, daß ein großer Teil des authigenen Zementes durch dasselbe verdrängt wurde.

**16.** Trübe Medien kommen in diesem Gesteine selbständig gar nicht und in den Komponenten auch nur sehr minimal vor.

**17.** Andere bestimmbare Mineralien wurden nicht beobachtet.

**18.** Problematika wurden nicht beobachtet.

## XVIII.

## Echinodermenbreccie von Speckital bei Erstfeld (Schweiz, Kanton Uri) aus dem Bajocien.

Makroskopisch betrachtet handelt es sich um einen dunkelgrauen Kalkstein von dem typischen Habitus der Echinodermenbreccien. Es wurde hier nur die untere Echinodermenbreccie untersucht, von der mir ein Handstück von Herrn Dr. Walther Staub zur Verfügung gestellt wurde. Es wurden vier Schliffe untersucht, Nr. 256, 256a, 256b und 257. Unter dem Mikroskope zeigt es sich, daß es sich um einen zoogenen Kalkstein handelt, der vorwiegend aus Echinodermenskeletttrümmern aufgebaut ist. Die Lagerung der Komponenten ist eine sehr dichte und ihr Erhaltungszustand ein sehr schlechter. Die Hauptmasse des Zementes ist allothigen, ein Teil nur authigen. Über die einzelnen Komponenten ist folgendes zu sagen:

**1.** Die Echinodermenskeletttrümmer machen etwa 50 bis 60 % aller Komponenten aus. Ihr mittlerer Durchmesser liegt zwischen 1 und 0,4 mm. Recht oft sind noch Spuren der Gitterstruktur zu sehen, meist der negativen, seltener der positiven, in die Erscheinung gerufen durch die sogenannte graue Masse. Die lichtgelbe Eigenfärbung ist auch zu beobachten. Meistens ist sie aber so weit verlöscht und zwar namentlich gegen den Rand des Trümmers hin, daß die Grenze zwischen den Trümmern und der Ankristallisation nicht mehr festzustellen ist.

**2.** Bryozoenskeletttrümmer konnten in diesen Schliffen nicht beobachtet werden.

**3.** In einem Mikrogerölle des Schliffes Nr. 256b ist eine zweikammerige Foraminiferenschale zu sehen, bei der die beiden Kammern in einer Linie hintereinanderliegen. Sie verhalten sich so, als wenn sie aus je einem Sphärolithen geschnitten sind. Außerdem kann man noch Trümmer von zwei Foraminiferenschalen sehen, deren eine an eine Miliolidenschale, die andere an eine Rotalidenschale erinnert. Beide Trümmer haben noch ihre typische kristallographische Struktur erhalten.

**4.** Einige Male sind die Trümmer der Stäbchenschicht, die als Längs- und Querschnitte hier vorliegen, zu beobachten. Die typisch gelblich-braune Eigenfärbung ist sehr gut erhalten. Die Stäbchen selbst zeigen dagegen einen Zerfall.

**5.** Bei den anderen unbestimmbaren organogenen Trümmern kann man die $\alpha$-, $\beta$- und $\gamma$-Struktur beobachten. Die meisten der Trümmer haben aber durch Umkristallisation häufig ihre kristallographische Struktur verloren und bestehen entweder aus mikrokristallin-unorientiertem, trübem $CaCO_3$ oder einem feinkörnigen Kalzitaggregate. In Nr. 256b ist ein merkwürdiges Gebilde, das ich kurz erwähnen will, zu sehen. Es handelt sich um eine fast runde Scheibe, deren Durchmesser 0,16 bis 0,14 mm beträgt. Im zerstreuten durchfallenden

Lichte hat es eine lichtgelbliche Eigenfärbung. Von irgendwelcher biologischen Struktur ist nichts zu sehen, bis vielleicht auf zwei annähernd konzentrische Sprunglinien. Kreuzt man die Nicols, so kann man das Bertrandsche Kreuz sehen, das namentlich beim Senken des Tubusses deutlich in die Erscheinung tritt. Es könnte sich um einen Trümmer einer Foraminiferenschale handeln, die im Raume über der Schnittebene lag.

**6.** Ooide fehlen diesen Schliffen.

**7.** Mikrogerölle von einem Durchmesser zwischen 1,1 und 0,8 mm kommen vor. Meist sind sie heute aus der sogenannten grauen Masse gebildet.

**8.** Daß ein Teil der organogenen Trümmer so weit umgewandelt ist, daß man sie heute als Paramorphosen bezeichnen muß, wurde schon erwähnt. Hier ist der mikrokristallin-unorientierte $CaCO_3$ meist wenig getrübt. Paramorphosen aus der sogenannten grauen Masse fehlen diesem Gesteine.

**9.** Allothigenes Zement in Form der sogenannten grauen Masse bildet die Hauptmenge des Zementes in diesem Gesteine. Umkristallisationen zu einem feinkörnigen helleren Kalzitaggregate unter Verdrängung der trüben Medien können einigemal beobachtet werden.

**10.** Ankristallisationen scheinen keinen Echinodermenskeletttrümmern zu fehlen, doch ist dies, wie aus dem früher Gesagten hervorgeht, nicht immer mehr anzugeben. Die räumliche Ausdehnung dieser Ankristallisationen ist jedenfalls keine große. Polysynthetische Zwillingslamellierungen, die Trümmer und Ankristallisationen gleichmäßig durchsetzen, sind zu beobachten.

**11.** Merkwürdigerweise kommen häufig kleine selbständige wasserklare Kalzitkörner, deren Größe schwankt, und deren mittlerer Durchmesser etwa bei 0,7 mm liegt, vor, die man zum authigenen Zemente rechnen muß.

**12.** Quarz kommt in authigenen Körnern vor, deren Durchmesser meist unter 0,1 mm liegt. Verkieselungen organogener Trümmer sind häufig zu beobachten. Die $SiO_2$ liegt hier stets in der bekannten mikrokristallin-unorientierten, oft faserigen Ausbildung vor.

**13.** Pyrit fehlt diesen Schliffen.

**14.** Glaukonit fehlt diesen Schliffen.

**15.** Eisenoxydhydrat ist selten in Form von Fetzen und Interpositionen anzutreffen.

**16.** Das selbständige Auftreten der trüben Medien im allothigenen Zemente wurde schon erwähnt. Es handelt sich hier aber eigentlich immer nur um eine stärkere Anhäufung der trüben Medien, denn $CaCO_3$-frei werden diese Partien wohl nie sein.

**17.** Andere bestimmbare Mineralien wurden in diesen Schliffen nicht beobachtet.

**18.** Hier sei eine Kuriosität erwähnt. In Nr. 256b ist eine Ader zu beobachten, deren Durchmesser zwischen 0,5 und 0,12 mm schwankt und die den ganzen Schliff durchläuft. Während nun in der einen Hälfte des Schliffes die Ader, wie das in der Regel ja immer der Fall ist, mit xenomorphen, authigenen Kalzitkörnern, deren Durchmesser hier bis zu 0,25 mm beträgt, angefüllt ist, ist die andere Hälfte mit mikrokristallin-unorientiertem, trübem $CaCO_3$, entsprechend dem allothigenen Zemente dieses Gesteines, ausgefüllt.

## XIX.

## Echinodermenbreccie von Gerolstein aus der Eifel (Deutschland), aus dem mittleren Devon.

32, 33 Makroskopisch betrachtet handelt es sich um einen roten zoogenen Kalkstein, der auf frischem Bruche zeigt, daß in ihm gelbliche Versteinerungen wechselnder Größe in einer roten, dichten Grundmasse liegen. Die Hauptmasse jener sind Echinodermenskeletttrümmer, und zwar vorwiegend Krinoidenstielglieder. An meinem Handstücke, das ich von der Firma Krantz, Bonn, gekauft habe, konnte ich Krinoidenstielglieder bis zu 10 mm Durchmesser sehen. Es wurden zehn Schliffe gemacht, Nr. 335a, 335b, 335c, 335d, 335e, 335f, 335g, 335h, 335i, 335k. Unter dem Mikroskope zeigt es sich, daß das Gestein in der Hauptsache aus Echinodermenskeletttrümmern besteht, neben denen eine Reihe anderer organogener Trümmer vorkommt. Gefärbt wird das Gestein durch Eisenoxydhydrat, der in eigentümlicher Weise verteilt hier vorkommt. Das Zement ist in der Hauptsache allothigenes Zement. Über die einzelnen Komponenten ist folgendes zu sagen:

**1.** Die Echinodermenskeletttrümmer machen mindestens 70% aller Komponenten aus. Größe und Form sind wechselnd. In Nr. 335c mißt ein Trümmer 6,4 auf 2,4 mm. In Nr. 335d befindet sich ein Querschnitt durch ein Krinoidenstielglied, dessen Durchmesser 4,40 mm beträgt. In Schliff Nr. 335b ist ein ebensolcher Schnitt zu beobachten, dessen Durchmesser nur 1,2 mm beträgt. Andere Trümmer sind noch kleiner. Mittlere Zahlen anzugeben ist sehr schwer, da sich die Größe beständig ändert. Neben großen Trümmern liegen ganz kleine. So liegt z. B. in Nr. 335d in unmittelbarer Nähe jenes großen Krinoidenstielquerschnittes ein kleiner von nur 0,8 mm Durchmesser, weiter zwei kleine nicht näher bestimmbare Echinodermenskeletttrümmer, die nur 0,4 und 0,3 mm messen. Auf der anderen Seite jenes großen Querschnittes liegen wiederum zwei große, nicht näher bestimmbare Echinodermenskeletttrümmer, deren Länge 2,7 resp. 2,9 mm und deren Breite 1,8 resp. 2,2 mm beträgt. Was den Erhaltungszustand dieser Trümmer betrifft, so ist zu sagen, daß sich die Trümmer immer deutlich von den Ankristallisationen abheben, und zwar nicht nur durch eine lichtgelblich-bräunliche Eigenfärbung, sondern auch durch Interpositionen in Korn- und Staubform aus Eisenoxydhydrat. Die Gitterstruktur ist noch stellenweise erhalten und wird auch durch Eisenoxydhydrat in die Erscheinung gerufen. Man kann häufiger die negative, seltener die positive beobachten. Die Anordnung der Gitter ist fast immer nach zwei aufeinander Senkrechten ausgebildet; viel seltener ist die konzentrisch-radiale Anordnung zu sehen. Ganz vereinzelt kann man auch beobachten, daß die Gitterstruktur durch die sogenannte graue Masse bedingt wird. Was nun das Verhältnis der positiven zur negativen Gitterstruktur betrifft, so ist zu sagen, daß sie meistens ineinander übergeht. Häufig ist ein eigenartiges Gemisch beider vorhanden, indem weder der lichtgelblich-bräunliche Kalzit

noch das Eisenoxydhydrat ein geschlossenes Gitterwerk bilden, sondern von den vier Bälkchen einer jeden Gittermasche sind je zwei sich berührende aus Eisenoxydhydrat resp. Kalzit gebildet. Der eingeschlossene Kern besteht dann immer aus Kalzit. Es kommen hier noch eine Reihe anderer Übergänge vor, und stets ist dann das Bild der Gitterstruktur ein sehr unregelmäßiges. Nr. 335e und k wurden entkalkt. Der Rückstand aus Eisenoxydhydrat zeigt sehr schön die Gitterstruktur.

**2.** Bryozoenskeletttrümmer sind in diesen Schliffen selten und dann nur mangelhaft erhalten anzutreffen. Sicher kann man solche Trümmer nur in Nr. 335c und 335d beobachten. Diese Trümmer gehören zu dem Typus, der bei der Echinodermenbreccie von Dudley zuerst beschrieben wurde. Die Zellkammern sind bei einem Durchmesser von ca. 0,4 mm meist mit der sogenannten grauen Masse angefüllt. Die Zellkammerwände, bis zu 0,2 mm stark, zeigen die typische kristallographische Struktur nur noch in geringem Maße. Weitgehende Umkristallisation in mikrokristallin-unorientierten $CaCO_3$ wie auch zu einem Aggregate kleiner xenomorpher Kalzitkörner ist oft zu beobachten.

**3.** Foraminiferenskelette, die ihre kristallographische Struktur erhalten hätten, wurden nicht beobachtet.

**4.** Trümmer der Stäbchenschicht sind einigemal zu beobachten, so z. B. in Nr. 335c, 335d, 335i. Die einzelnen Stäbchen sind häufig schon umkristallisiert und zwar derart, daß mehrere von ihnen ein größeres Kalzitkorn bilden. In Nr. 335c kann man ausnahmsweise beobachten, daß ein so entstandenes Kalzitkorn über den Rand des Trümmers hinaus weitergewachsen scheint.

**5.** Von unbestimmbaren organogenen Skeletttrümmern ist eine ganze Reihe in diesen Schliffen zu sehen. In einer Reihe von Schliffen befinden sich große Trümmer bis zu 8 mm Durchmesser, die eine ganz eigenartige kristallographische Struktur zeigen. Da sie leider schon in Umwandlung begriffen ist, zeigt sie ein ganz wirres Bild, das jedem Versuche einer eindeutigen Beschreibung spottet. Trotzdem ist das Bild so typisch, daß, wer es einmal gesehen hat, es stets wiedererkennen wird. Man könnte diese Struktur Flammenstruktur nennen, da sie noch am ehesten mit einem Meere von nach allen Seiten züngelnden Flammengarben verglichen werden kann, wobei die einzelnen Garben aus Faserbündeln von mikrokristallin-orientiertem $CaCO_3$ bestehen. Ich will diesen kristallographischen Aufbau in der Folge als $\vartheta$-Struktur bezeichnen. Sonst kann man noch in Nr. 335a die $\alpha$-Struktur und in anderen Schliffen einige Male die $\delta$-Struktur beobachten.

In Nr. 335d kommt noch ein merkwürdiges Gebilde vor, das ich kurz beschreiben will. 60
Es hat eine fast kreisrunde Scheibengestalt von 0,57 mm Durchmesser. Bei gewöhnlichem durchfallenden Lichte sieht man, daß das Gebilde aus gelblichweißen und grauen Schichten aufgebaut ist, von denen diese überwiegen und so dem ganzen Gebilde eine graue Färbung geben. Die biologische Struktur ist die folgende: Um einen unregelmäßig mit Ausläufern versehenen Kern liegen konzentrische Lagen, wellenlinienförmig verlaufend. Die nach außen gerichteten Wellenberge sind steil ansteigend und abfallend und enden in einem fast spitzen Winkel. Die nach innen gerichteten Wellentäler dagegen sind flache Mulden. Die Zahl

dieser unter sich konzentrischen Wellenlinienringe, die abwechselnd aus lichtgelbem $CaCO_3$ und grauen Lagen bestehen, ist nicht mehr genau anzugeben, da oft ihre Grenzlinien ineinander übergehen oder sich wieder teilen, was sowohl auf ungünstige Lage des Schnittes als auch auf Umkristallisation hindeutet. Bei starken Vergrößerungen glaubt man erkennen zu können, daß die grauen Lagen ihre Farbe nur der Lichtbrechung verdanken und nichts mit der sogenannten grauen Masse zu tun haben. Bei gekreuzten Nicols erkennt man, daß die kristallographische Struktur dieses Gebildes insoweit der biologischen parallel geht, als dieselben Lagen der Wellenlinienringe aus mikrokristallin-orientiertem, faserigem $CaCO_3$ bestehen. Die Längsrichtung dieser Mikrofasern liegt mehr oder weniger in der Ebene des Schnittes. Die dunklen Lagen bestehen auch aus mikrokristallin-orientiertem $CaCO_3$, aber hier muß die Längsrichtung der Mikrofasern durch die Ebene des Schliffes senkrecht geschnitten worden sein, denn die innerste dieser Lagen zeigt im konvergenten Lichte, wenn auch undeutlich, das Achsenbild des Kalzites.

**6.** Ooide fehlen diesem Gesteine.

**7.** Mikrogerölle fehlen diesem Gesteine.

**8.** Paramorphosen nach organogenen Trümmern in dem Sinne, daß deren kristallographische Struktur fast ganz verlöscht ist, können beobachtet werden. Dagegen fehlen Paramorphosen aus mikrokristallin-unorientiertem, trübem $CaCO_3$.

**9.** Allothigenes Zement in Form der sogenannten grauen Masse nimmt 40 bis 50% aller Zwischenräume zwischen den einzelnen Komponenten ein. Ein Teil dieses Zementes ist durch Eisenoxydhydrat mehr oder weniger lichtbraun gefärbt.

**10.** Ankristallisationen an Echinodermenskeletttrümmer fehlen nicht in diesem Gesteine. Wegen der Häufigkeit jener Komponenten spielen sie keine kleine Rolle, da sie ungefähr 40% allen Zementes ausmachen, doch ist ausdrücklich hervorzuheben, daß eine Reihe von Echinodermenskeletttrümmern keine Ankristallisationen haben.

**11.** Authigenes Zement in Form von kleinen authigenen, xenomorphen Kalzitkörnern wechselnder Größe ist nicht gerade häufig, fehlt aber doch keinem Schliffe. Merkwürdig ist, daß, wo die Echinodermenskeletttrümmer keine Ankristallisationen haben, immer nur diese authigenen Kalzitkörner sie umgeben. Niemals konnte ich in diesen zehn Schliffen beobachten, daß das allothigene Zement bis an ein Echinodermenskeletttrümmer reichte. Dieser Umstand läßt vermuten, daß die hier erwähnten authigenen Zementkörner sekundärer Natur und aus allothigenem Zemente hervorgegangen sind.

**12.** Allothigene Quarzkörner fehlen diesen Schliffen. Einige kleine authigene von nur 0,01 mm Durchmesser können in den entkalkten Schliffen beobachtet werden. Verkieselungen der organogenen Trümmer fehlen.

**13.** Pyrit konnte in diesen Schliffen nicht gefunden werden.

**14.** Glaukonit fehlt diesen Schliffen.

**15.** Eisenoxydhydrat ist sehr verbreitet in diesem Gesteine, bedingt es doch die intensiv rostrote Färbung desselben. Es kommt in zwei Arten in diesem Gesteine vor: Erstens als Interpositionen und als Erzeuger der Gitterstruktur in den Echinodermenskelett-

trümmern, dann auch als Interpositionen in einigen anderen organogenen Trümmern und im allothigenen Zemente; zweitens in größeren zusammenhängenden Fetzen und Lappen im allothigenen Zemente. Es scheint zum größten Teil dieses aufgefressen zu haben. Selten kommen diese Fetzen und Lappen innerhalb anderer Komponenten vor, doch kann man dieses auch beobachten. Die Form dieser Flecken ist nun eine sehr eigenartige. In der Regel sind die Ränder dieser Eisenoxydhydratfetzen nicht irgendwelche krumme Linien sondern Gerade, die sich in Rhomboederwinkeln schneiden. Ein solcher Eisenoxydhydratfetzen hat aber nur selten die Form eines einzigen Rhomboeders, sondern meist kann man seine Gestalt nur mit einem Rhomboederhaufwerk vergleichen. Der Durchmesser dieser Partien schwankt zwischen 0,5 und 0,06 mm im Durchschnitt. Das Eisenoxydhydrat hat hier eine dunkelbraune Farbe. Sehr häufig werden nun diese dunkelbraunen rhomboederaggregatförmigen Eisenoxydhydratpartien von einem gelben Bande mehr oder weniger vollständig umrahmt, das in gleichweitem Abstande und in geraden Linien den Rhomboederumgrenzungen der Eisenoxydhydratpartie folgt, ihr also quasi kongruent ist. Seltener kann man auch andere Winkel als die der Rhomboeder sehen, z. B. die eines Querschnittes durch ein sechsseitiges hexagonales Prisma. Natürlich sind alle diese Winkel nicht ganz genau die des Kalzites, was durch die wechselnde Lage der Schnitte verständlich ist. Betrachtet man nun diese Rhomboederaggregate unter starker Vergrößerung, so sieht man, daß sie nie homogen sind, selbst da nicht, wo sie dieses bei schwacher Vergrößerung scheinen; vielmehr sieht man stets, daß sie von $CaCO_3$-Relikten durchsetzt sind. Diese $CaCO_3$-Relikte sind bald mikrokristallin-unorientiert, bald bestehen sie aus optisch-einheitlichen Rhomboederchen, die anscheinend einer Umwandlung des mikrokristallin-unorientierten $CaCO_3$ ihren Ursprung verdanken. Die Grenzflächen zwischen dem Eisenoxydhydrate und dem $CaCO_3$ streben nun auch stets einer Rhomboederform zu, was um so merkwürdiger ist, weil der $CaCO_3$ meist in mikrokristallin-unorientierter Form vorliegt. Es kommen also so Aggregate von mikrokristallin-unorientiertem $CaCO_3$ in Rhomboederform vor, die inmitten der Rhomboederaggregate des Eisenoxydhydrates liegen. Aus allem diesem kann man erkennen, daß die rhomboedrischen Berührungsflächen zwischen Eisenoxydhydrat und $CaCO_3$ von ersterem abhängen. Da, wo die Verdrängungen des $CaCO_3$ durch das Eisenoxydhydrat weit vorgeschritten sind, so daß ersteres nur als kleine Relikte in diesem lagert, was, wie schon gesagt, in den meisten scheinbar homogenen Partien der Fall ist, kann man natürlich nicht mehr die rhomboedrische Form dieser Relikte erkennen. In den Echinodermenskeletttrümmern hat das Eisenoxydhydrat den Kalzit nur selten so weit verdrängt, daß sich größere zusammenhängende Fetzen bilden, und merkwürdigerweise haben diese hier nie Rhomboederform; wenn die Verdrängung von der Gitterstruktur ihren Ausgangspunkt nahm, ist dieses verständlicher. Außerdem kommt das Eisenoxydhydrat noch in Form von Mikroadern vor, die den natürlichen Grenzen der einzelnen Komponenten folgen und hiervon abhängig einen bald ruhigen, bald zackigen Verlauf zeigen.

**16.** Trübe Medien, die selbständig vorkommen, konnten nicht beobachtet werden.

**17.** Andere bestimmbare Mineralien fehlen diesen Schliffen.

**18.** Problematika wurden nicht beobachtet.

## XX.

### Echinodermenbreccie von Borneo aus dem Kohlenkalke.

34 Makroskopisch betrachtet handelt es sich um ein Gestein, das auf frischem Bruche in einer dichten rotbraunen Grundmasse große gelblichweiße Krinoidenstielglieder liegen zeigt. Es wurden vier Schliffe, Nr. 122, 123, 123a, 123b, untersucht, die von zwei Handstücken stammen, die im Geologisch-Paläontologischen Museum der Berliner Universität liegen und von L. von Buch stammen. Genauere Angaben über den Herkunftsort fehlen den Etiketten. Unter dem Mikroskope sieht man, daß das Gestein aus Echinodermenskeletttrümmern besteht, denen andere organogene Trümmer beigemischt sind. Ankristallisationen und allothigenes Zement verbinden diese Gesteine. Eisenoxydhydrat gibt ihm die rote Farbe und ist im Gesteine sehr reich verteilt. Über die einzelnen Komponenten ist folgendes zu sagen:

**1.** Die Echinodermenskeletttrümmer nehmen bis 70% der Masse aller Komponenten ein. Die einzelnen Komponenten sind relativ groß und lagern bald dichter, bald loser. In Nr. 123 sind zwei Querschnitte durch Krinoidenstielglieder zu sehen, die einen Durchmesser von 6,4 resp. 5,4 mm haben. Ihr Nahrungskanal hat einen Durchmesser von 1,8 resp. 1,6 mm. Im konvergenten Lichte ist das Achsenbild des Kalzites gut zu sehen. Im Handstücke kann man auch doppelt so große Trümmer beobachten. Über den Erhaltungszustand ist zu sagen, daß von der Gitterstruktur jedwede Spur fehlt, dagegen haben die Trümmer ein eigenartiges, durch Interpositionen bedingtes, trübes Aussehen, ohne eine Eigenfärbung zu zeigen, durch das sie sich deutlich von den Ankristallisationen abheben. Bei stärkerer Vergrößerung erkennt man, daß die Mehrzahl dieser Interpositionen Eisenoxydhydratschüppchen sind, deren Durchmesser im Maximum 0,001 mm beträgt. Je nach der Dichte der Lagerung dieser Interpositionen erscheint der Trümmer dunkler oder heller.

**2.** Bryozoenskeletttrümmer sind sehr häufig. Sie kommen meist als kleine Trümmer zwischen den Echinodermenskeletttrümmern gelagert vor. Soweit man dies noch erkennen kann, scheinen sie eher Ähnlichkeit zu haben mit den bei Gänsestad als mit den bei Dudley beschriebenen Trümmern. Die Zellräume, deren Durchmesser 0,12 bis 0,06 mm beträgt, sind meist mit authigenen Kalzitkörnern angefüllt und nur selten mit mikrokristallin-unorientiertem, trübem $CaCO_3$, der manchmal durch Eisenoxydhydrat gefärbt ist. Die Größe der Trümmer ist sehr variabel und schwankt im Mittel zwischen 0,6 und 0,1 mm. Die typische kristallographische Struktur der Zellwände ist meist schon verloren gegangen. Die Umwandlung findet sowohl nach mikrokristallin-unorientiertem, trübem $CaCO_3$ wie auch nach einem feinkörnigen Kalzitaggregate hin statt.

**3.** Foraminiferenskelette, deren primäre kristallographische Struktur erhalten wäre, fehlen diesen Schliffen.

**4.** Trümmer der Stäbchenschicht fehlen diesen Schliffen.

**5.** Von unbestimmbaren organogenen Trümmern kann man noch solche sehen, die die $\alpha$-Struktur zeigen. Die meisten der hierhergehörigen Trümmer sind aber schon so weit umgewandelt, daß sie zu den Paramorphosen zu rechnen sind.

**6.** Ooide fehlen diesen Schliffen.

**7.** Mikrogerölle fehlen diesen Schliffen.

**8.** Welche Art von Paramorphosen hier vorkommt, wurde schon gesagt. Solche von mikrokristallin-unorientiertem, trübem $CaCO_3$, der sogenannten grauen Masse, fehlen.

**9.** Das authigene Zement besteht sowohl aus der sogenannten grauen Masse wie auch hauptsächlich aus einem organogenen Kalksande, dessen einzelne Körner von sehr wechselnder Größe noch Andeutungen an die primäre Struktur derjenigen Skelette zeigen, von denen sie stammen. Eisenoxydhydrat hat sich häufig im authigenen Zemente angesiedelt.

**10.** Den einzelnen Echinodermenskeletttrümmern fehlen fast nie Ankristallisationen. Trotzdem ist die Rolle, die sie in dem Gesteine spielen, eine geringe, denn obgleich die Echinodermenskeletttrümmer so häufig in diesem Gesteine vorkommen, sind selten Stellen zu beobachten, wo Ankristallisationen zweier Trümmer aneinander stoßen, ohne doch noch Lücken zu lassen, die dann stets mit dem allothigenen Zemente ausgefüllt sind, das seinerseits wieder häufig dem Eisenoxydhydrate zum Opfer gefallen ist.

**11.** Authigene, xenomorphe Kalzitkörner bis zu 0,4 mm kann man z. B. im Schliffe Nr. 123 beobachten. Es dürfte sich aber hier kaum um primäres authigenes Zement handeln, sondern wahrscheinlich sind es Umwandlungsprodukte des organogenen Kalksandes des allothigenen Zementes.

**12.** Allothigene Quarzkörner und Verkieselungen konnten nicht beobachtet werden, dagegen in Nr. 123b ein 0,07 mm im Durchmesser messendes authigenes Quarzkorn.

**13.** Pyrit konnte in diesen Schliffen nicht beobachtet werden.

**14.** Glaukonit fehlt diesem Gesteine.

**15.** Eisenoxydhydrat ist sehr verbreitet in diesem Gesteine. Außer in der Form von Interpositionen in den Echinodermenskeletttrümmern kommt es noch überall in Form von Körnern und Fetzen vor, daneben auch in Mikroadern. Irgendeine Gesetzmäßigkeit läßt sich in seiner Verteilung nicht erkennen, höchstens kann man erkennen, daß die Ankristallisationen und die authigenen Kalzitkörner am seltensten von ihm angegriffen sind. Seine Farbe schwankt im zerstreuten durchfallenden Lichte zwischen schwarzbraun und schmutziggelbbraun. Bei starker Vergrößerung kann man erkennen, daß die Farbe abhängig ist von dem Grade der Vererzung der betreffenden Komponenten. Je weniger $CaCO_3$-Relikte in einer Eisenoxydhydratpartie zurückgeblieben sind, um so dunkler ist diese. Die früher beschriebenen rhomboedrischen Umgrenzungen kann man hier nicht beobachten. Die Fetzen haben dagegen ein wie hingespratztes Aussehen.

**16.** Trübe Medien können hier nicht beobachtet werden.

**17.** Bestimmbare Mineralien fehlen diesen Schliffen.

**18.** Problematika wurden nicht beobachtet.

## XXI.

### Echinodermenbreccie von Port Colborn (Kanada, Ontario) aus dem oberen Silur.

Makroskopisch betrachtet handelt es sich um einen grauen fleckigen Kalkstein, der auf frischem Bruche in einer dichten Grundmasse bald dichter, bald weniger dicht gelagerte Echinodermenskeletttrümmer zeigt. Das Gestein hat eine gewisse Ähnlichkeit mit dem von Dudley. Auf angewitterten Flächen treten schöne Echinodermenskeletttrümmer, namentlich Krinoidenstielglieder, hervor. Es wurden zehn Schliffe untersucht, Nr. 334a, 334b, 334c, 334d, 334e, 334f, 334g, 334h, 334i, 334k, die von einem Handstücke stammen, das ich von der Firma Krantz in Bonn als Krinoidenkalk gekauft habe. Unter dem Mikroskope zeigt es sich, daß das Gestein zu 60 bis 80 % aus Echinodermenskeletttrümmern aufgebaut ist und daher viel eher den Namen Echinodermenbreccie verdient als viele alpine Gesteine dieses Namens. Daneben können Bryozoenskeletttrümmer, andere organogene Trümmer und Paramorphosen beobachtet werden. Das Zement ist in der Hauptsache allothigenes Zement, daneben kommen Ankristallisationen vor. Über die einzelnen Komponenten ist folgendes zu sagen:

**1.** Die Echinodermenskeletttrümmer machen etwa $^3/_4$ aller Komponenten aus. Ihre Größe wechselt im Durchmesser zwischen 4 und 0,4 mm. Ihr Erhaltungszustand ist ein ziemlich gleicher. Meist haben sie eine lichtgraue Trübung, die von unbestimmbaren Interpositionen herrührt. Selten findet man noch Spuren der Gitterstruktur. In der Regel zeigen diese Trümmer Partien von mehr oder weniger hellem, weißem Kalzite an ihren Rändern. Diese sind aber nur teilweise Ankristallisationen, meistens Umkristallisationen. Häufig ist die Frage nicht zu entscheiden, was in dem speziellen Falle vorliegt. In anderen Fällen ist es dagegen wohl zu sehen, um was es sich hier handelt. Wenn z. B. von einem Echinodermenskeletttrümmer, dessen Konturen sich deutlich abheben, eine vorspringende Zacke zwischen andere Trümmer hineinragt, hier eine Lücke zwischen diesen Komponenten ausfüllend, so ist es klar, daß es sich um eine Ankristallisation handelt. Wenn aber dagegen in einem anderen Falle, wo der Trümmer sich im Schliffe als ein Querschnitt eines Stielgliedes zeigt und ganz dessen runde Form hat, sein äußerer Rand aus weißem Kalzite besteht, nach innen zu aber allmählich an Interpositionen reicher wird und so eine graue Färbung annimmt, so ist es klar, daß die weiße Partie keine Ankristallisation ist — vielmehr daß diese diesem Trümmer gänzlich fehlt — und nur als Umkristallisation angesprochen werden kann. Querschnitte durch Stielglieder können oft beobachtet werden. Polysynthetische Zwillingslamellierungen fehlen.

**2.** Von Bryozoenskeletttrümmern sind in allen Schliffen größere und kleinere Trümmer zu beobachten. Es lassen sich die schon erwähnten zwei Arten erkennen. Beide sind schon stark umgewandelt, so daß sie nur ein unvollkommenes Bild ihrer primären kristallographischen Struktur geben. In der einen Art liegen die rundlichen Zellräume etwa um die Breite ihres Durchmessers voneinander entfernt. Dieser schwankt sowohl bei den Zellräumen in einem und demselben Trümmer wie auch zwischen denen der verschiedenen Trümmer überhaupt. Sein mittlerer Wert liegt zwischen 0,6 und 0,18 mm. Bei dieser Form sind die Zellwände im zerstreuten durchfallenden Lichte oft lichtgelblich gefärbt und zeigen keine weitere biologische Struktur mehr, sondern erscheinen als homogene Masse, die sich bei gekreuzten Nicols als mikrokristallin-orientiert faserig erweist und in der die Zellräume quasi schwimmen. Es haben hier aber auch weitgehende Umkristallisationen stattgefunden, die den mikrokristallin-orientierten $CaCO_3$ in ein feinkörniges Kalzitaggregat verwandelt haben. Immerhin sind Spuren der primären kristallographischen Struktur noch zu beobachten. Die Zellräume sind teils mit der gleichen Substanz, die das allothigene Zement in diesem Gesteine bildet, teils mit authigenen Kalzitkörnern ausgefüllt. Bei der zweiten Art ist im zerstreuten durchfallenden Lichte sofort in die Augen springend jene dunkle Linie, die das ganze Gebilde in Polygone mit krummen Flächen teilt, wodurch eine Zellenstruktur hervorgerufen wird. In diesem Lichte ist man geneigt, nur jene dunkle Linie als Zellkammerwand und das ganze Polygon als Zellraum aufzufassen. In Nr. 334c ist ein besonders gut erhaltener Trümmer von 2,4 mm Durchmesser, der diesen Aufbau zeigt, zu sehen. Hier ist die dunkle Linie etwa 0,01 mm breit, während die von ihr umschlossenen polygonalen Felder einen Durchmesser im Mittel zwischen 1,6 und 1 mm haben. Kreuzt man die Nicols, so sieht man, daß die äußere Partie des polygonalen Feldes aus mikrokristallin-orientiertem $CaCO_3$ besteht, also Zellwand ist. Der $CaCO_3$ ist hier in feinen mikrokristallinen Fasern angeordnet, die unter sich konzentrisch, ringförmig um eine zentrale Partie liegen. An der Art der Auslöschung kann man erkennen, daß die faserigen Ringe aus radial gestellten kristallographischen Einheiten aufgebaut sind, ähnlich wie dies bei gewissen Ooiden der Fall ist. Die zentralen Partien dieser polygonalen Felder sind jetzt mit feinkörnigem Kalzite, seltener mit mikrokristallin-orientiertem $CaCO_3$ ausgefüllt, stellen also den eigentlichen Zellraum dar. Aber selbst bei gekreuzten Nicols ist die Grenze zwischen den faserigen Partien der Zellwände und den feinkörnigen der Zellräume eine unstete und oft ungenau verlaufende, was daher kommt, daß das ganze Gebilde einer Umkristallisation unterworfen war. Die Umwandlung der Zellkammerwände scheint von innen nach außen zu gehen. Die dem grauen Faden zugekehrten Partien sind stets besser erhalten. Es sei noch erwähnt, daß während von der ersten Form der Bryozoenskeletttrümmer sowohl solche Schnitte, wo die Zellräume mehr oder weniger kreisrund sind, wie auch solche, wo sie tubenförmig sind, beobachtet werden können, bei der zweiten Form immer nur jene polygonale Felderteilung zu sehen ist und demzufolge die Zellräume immer mehr oder weniger rundlich sind.

**3.** Foraminiferenskelette, die ihre primäre Struktur erhalten haben, wurden nicht beobachtet.

**4.** Trümmer der Stäbchenschicht wurden nicht beobachtet.

**5.** Andere organogene Trümmer wurden einigemal beobachtet, immer aber war die Umwandlung schon so weit vorgeschritten, daß ihre primäre kristallographische Struktur teils verlöscht, teils wenigstens sehr undeutlich geworden war. Zu erwähnen ist nur ein ringförmiges Gebilde, das aus mikrokristallin-orientiertem, faserigem $CaCO_3$ so aufgebaut ist, daß es bei gekreuzten Nicols stets die vier Balken des Kreuzes der Sphärolithe zeigt. Die Breite des im zerstreuten durchfallenden Lichte leicht gelblichen $CaCO_3$ des Ringes beträgt 0,2 bis 0,1 mm und der Durchmesser der inneren Partie, die stets aus allothigenem Zemente besteht, beträgt 0,7 bis 0,4 mm. Diese Gebilde können in fast allen Schliffen beobachtet werden und zwar meistens in runder, selten in elliptischer Form.

**6.** Ooide fehlen diesem Gesteine.

**7.** Mikrogerölle wurden nicht beobachtet.

**8.** Es kommen sowohl Paramorphosen aus feinkörnigem Kalzite wie auch solche aus mikrokristallinem $CaCO_3$ vor, dagegen fehlen solche aus der sogenannten grauen Masse.

**9.** Das allothigene Zement ist hier in typischer Form der sogenannten grauen Masse ausgebildet, enthält aber organogene Kalksandkörner. Umkristallisationserscheinungen zu einem feinkörnigen Kalzitaggregate unter Hellerwerden sind zu beobachten.

**10.** Die Ankristallisationen sind ganz unregelmäßig verteilt. Während sie in einigen Schliffen an keinen Echinodermenskeletttrümmern fehlen, sind sie in anderen Schliffen gar nicht zu beobachten. Polysynthetische Zwillingslamellierungen fehlen hier.

**11.** Hier und da kann man rein weiße, xenomorphe Kalzitkörner beobachten, die sicher authigen sind, aber wohl nur Ankristallisationen an Echinodermenskeletttrümmer, die über oder unter dem Schliffe liegen, darstellen.

**12.** Quarzkörner kommen sehr selten im allothigenen Zemente schwimmend vor, wahrscheinlich sind sie authigenen Ursprunges. Verkieselungserscheinungen sind zu beobachten, so auch gar nicht selten an Echinodermenskeletttrümmern. Die $SiO_2$ tritt hier meist in Form der mikrokristallin-unorientierten Ausbildung auf, seltener in einem feinkörnigen Aggregate, nie dagegen in größeren Quarzkörnern.

**13.** Pyrit ist in allen Schliffen in Form von freiliegenden Körnern bis zu 0,2 mm Durchmesser zu beobachten, die sich manchmal zu Nestern zusammenschließen.

**14.** Glaukonit fehlt diesem Gesteine.

**15.** Eisenoxydhydrat kann in diesen Schliffen nicht beobachtet werden.

**16.** Selbständig auftretende Partien der trüben Medien treten beim Umkristallisieren des allothigenen Zementes auf. Ihr starkes Auftreten als Interpositionen in den Echinodermenskeletttrümmern wurde erwähnt.

**17.** Andere bestimmbare Mineralien konnten in diesen Schliffen nicht gefunden werden.

**18.** Problematika wurden nicht beobachtet.

Mit den Schliffen Nr. 334e, 334f, 334g und 334h wurden Färbversuche gemacht und zwar in der Zeit um Neujahr 1912.

Schliff Nr. 334e wurde zuerst 2 Stunden und als sich dann aller Farbstoff sofort auswaschen ließ, 17 Stunden in eine übersättigte Lösung von Methylorange, bezogen von Dr. G. Grübler, Leipzig, gelegt; darauf gründlich in aqua destillata gebadet, bis dieses keinen Farbstoff mehr aufnahm. Es zeigte sich nun, daß der Farbstoff in ganz unregelmäßigen Körnern und ganz unregelmäßig verteilt bald auf den Partien des allothigenen Zementes, bald auf den anderen Komponenten haftengeblieben war. Beim noch weiteren Baden in jener Lösung vermehrten sich diese haftengebliebenen Körnchen, schließlich eine gelbe Haut auf dem Schliffe bildend, die sich nicht auswaschen ließ. Die verkieselten Partien blieben ungefärbt.

Schliff Nr. 334f wurde zuerst auf 2 Stunden, dann auf 17 Stunden in eine übersättigte Lösung des Triacidgemisches Säurefuchsin und Methylenblau, von Dr. G. Grübler, Leipzig, bezogen, gelegt, dann solange in aqua destillata gebadet, bis dieses keinen Farbstoff mehr aufnahm. Unter dem Mikroskope konnte man nun beobachten, daß das allothigene Zement etwas blau gefärbt war, d. h. richtiger, daß auf ihm der Farbstoff in kleinen blauen Schüppchen haften geblieben war. Nachdem der Färbversuch noch weiter fortgesetzt worden war, konnte man die Schüppchen auch unregelmäßig verteilt auf den anderen Komponenten finden.

Schliff Nr. 334h wurde in derselben Anordnung und mit denselben negativen Resultaten mit Säureviolett, bezogen von Dr. G. Grübler, Leipzig, gefärbt.

Schliff Nr. 334g wurde ebenfalls nach der oben angegebenen Anordnung und mit denselben negativen Resultaten mit Rhodamin B, von Merck, Darmstadt, bezogen, gefärbt.

# IV. Klasse.

## XXII.

### Echinodermenbreccie von Achenberg an der Staffelegg (Schweizer Plateau-Jura) aus dem mittleren Rogenstein des Bathonien.

Makroskopisch betrachtet handelt es sich um einen grauen Kalkstein, der auf frischem Bruche in einer dichten Grundmasse lagernde Echinodermenskeletttrümmer erkennen läßt. Es wurden fünf Schliffe, Nr. 7, 7a, 7b, 7c, 7d, untersucht, die von einem Handstücke stammen, das in der Geologischen Sammlung der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich liegt. Unter dem Mikroskope zeigt es sich, daß das Gestein ein typischer zoogener Kalkstein ist. Echinodermenskeletttrümmer machen ungefähr die Hälfte des Gesteines aus. Daneben kommen mehr oder weniger gut erhalten andere organogene Trümmer, Paramorphosen und Mikrogerölle vor. Das Zement besteht aus der sogenannten grauen Masse. Die einzelnen Komponenten haben stark durch Umwandlungen gelitten, wodurch das Bild, das der Schliff gibt, einen verwischten unscharfen Eindruck macht. Über die einzelnen Komponenten ist folgendes zu sagen:

**1.** Die Echinodermenskeletttrümmer machen mindestens 50 % aller Komponenten aus. Ihre Größe schwankt im Mittel zwischen 1,6 und 0,4 mm. Sie liegen häufig frei. Die Gitterstruktur ist öfters noch zu beobachten, hervorgerufen durch die sogenannte graue Masse. Man kann bei Trümmern, die von Stielgliedern stammen, die radial-konzentrisch angeordnete Gitterstruktur beobachten. Sonst heben sich die Echinodermenskeletttrümmer durch reichliche Interpositionen und durch eine lichtgelbliche Eigenfärbung ab. Man kann unter ihnen jene margueritenförmigen Gebilde beobachten. In Nr. 7c ist ein solches Gebilde von nur 1,6 mm Durchmesser zu sehen. Sonst sind diese Gebilde ungefähr doppelt so groß.

**2.** Merkwürdigerweise konnten in diesen fünf Schliffen keine Bryozoenskeletttrümmer gefunden werden.

**3.** Trümmer von Foraminiferenschalen, die noch ihre ursprüngliche kristallographische Struktur zeigen, konnten fast überall im allothigenen Zemente gefunden werden. Von mehr oder weniger ganz erhaltenen Foraminiferenschalen ist in Nr. 7c ein Schnitt zu sehen, der zwei runde hintereinanderliegende Kammern zeigt. Die eine derselben ist zu etwa $^1/_4$ mit ankristallisiertem $CaCO_3$ ausgefüllt. Sonst besteht die Ausfüllungsmasse aus derselben Substanz wie das allothigene Zement. Das vorliegende Bild erinnert an einen Schnitt durch die beiden unteren Kammern einer Lingulina. Die Höhe des ganzen Gebildes beträgt 0,5 mm. Seine stärkste Breite beträgt 0,3 mm. Weiter kann man ein ringförmiges Gebilde beobachten,

dessen innerer Durchmesser 0,2 mm beträgt, während die Breite des Ringes nur 0,02 mm ausmacht. Der Ring trägt nach außen Stacheln, die etwa 0,02 mm lang sind, deren Zahl nicht mehr genau festzustellen ist, aber über 20 betragen haben muß. Das ganze Gebilde ist kristallographisch so aufgebaut, als ob es aus einem Sphärolithen geschnitten wäre.

**4.** Undeutlich erhaltene Längsschnitte durch Trümmer der Stäbchenschicht konnten einigemal beobachtet werden, und in Nr. 7a ist ein recht gut erhaltener Querschnitt zu sehen.

**5.** Andere unbestimmbare organogene Trümmer sind häufig, aber meist schlecht erhalten zu sehen. In Nr. 7b kann man solche, die die $\beta$- und $\eta$-Struktur zeigen, sehen, in Nr. 7c die $\alpha$- und in Nr. 7 die $\delta$-Struktur.

**6.** Ooide fehlen diesem Gesteine.

**7.** Mikrogerölle, bestehend aus der sogenannten grauen Masse, die meist eine Tendenz zur Umwandlung nach einem feinkörnigen Kalzitaggregate zeigen, können hier und da beobachtet werden. Ob einige von ihnen nicht vielleicht Paramorphosen nach Foraminiferen sind, ist schwer zu entscheiden.

**8.** Paramorphosen kommen häufig vor, und zwar solche, die aus der sogenannten grauen Masse bestehen und noch Spuren einer biologischen Struktur zeigen, wie auch solche, die aus körnigem Kalzite gebildet sind. Weiter kommen hier Gebilde vor, die an die Arbens-schen Abbildungen der Diploporen erinnern. In Nr. 7c ist ein ganz gut erhaltener kreisförmiger Querschnitt und wahrscheinlich in Nr. 7 ein tubenförmiger Längsschnitt von diesen zu sehen. Der Durchmesser des ersteren beträgt 0,2 mm, und der des zweiten 0,32 mm bei einer Länge von 1,6 mm. Die Wände bestehen, wie ich dies auch schon früher beobachten konnte, aus körnigem Kalzite von 0,04 mm mittlerem Korndurchmesser.

**9.** Das allothigene Zement ist das einzige in diesem Gesteine in Frage kommende. Es hat zum Teil den Charakter eines Stützzementes, zum Teil den eines Lückenzementes in typischer Ausbildungsart. Umkristallisierung zeigt es oft in der bekannten Weise, wobei zusammengedrängte Partien der trüben Medien in die Erscheinung treten.

**10.** Hin und wieder scheinen merkwürdigerweise doch Ankristallisationen an Echinodermenskeletttrümmer vorzukommen. Sie sind zum Unterschiede mit den früher beobachteten Ankristallisationen meist ein wenig mit Interpositionen durchsetzt. Manche von diesen Ankristallisationen könnten auch nur umkristallisierte Partien der Echinodermenskeletttrümmer sein. Bei anderen deutet aber wiederum ihre äußere Form sicher darauf hin, daß es Ankristallisationen sind. Bei der Rolle, die das allothigene Zement in diesem Gesteine spielt — es ist meistens ja Stützzement — kann man sich diese Erscheinung nur so erklären, daß die Umkristallisation des allothigenen Zementes in der Nähe der Echinodermenskeletttrümmer sich an diese anlagert, wodurch aus einem feinkörnigen Kalzitaggregate eine Ankristallisation entsteht.

**11.** Hier und da, besonders in Schliff Nr. 7, kann man große, bis 0,8 mm messende xenomorphe, weiße, authigene Kalzitkristalle sehen. Ihre Entstehung ist schwer verständlich. Es läßt sich nur denken, daß hier und da Lücken zwischen den Komponenten geblieben sind, die vom allothigenen Zemente, trotzdem es gleichzeitig mit jenen zur Ablagerung kam,

nicht ausgefüllt worden sind und dann nach Festwerden des Gesteines mit authigenen Kalzitkristallen ausgefüllt wurden.

**12.** Quarzkörner können nur selten in einem Durchmesser von 0,2 bis 0,05 mm beobachtet werden. Ob sie allothigen oder authigen sind, ist schwer zu sagen. Verkieselungen sind in den untersuchten Schliffen sehr selten anzutreffen.

**13.** Pyrit fehlt diesen Schliffen.

**14.** Glaukonit fehlt diesen Schliffen.

**15.** Auf Eisenoxydhydrat deutet nur eine hier und da zu beobachtende gelbliche Färbung des allothigenen Zementes hin. Mikroadern fehlen. Die Interpositionen in den Echinodermenskeletttrümmern bestehen nicht aus Eisenoxydhydrat.

**16.** Das selbständige Auftreten der trüben Medien im allothigenen Zemente wurde schon erwähnt. Ein Teil der Interpositionen, namentlich in einigen Paramorphosen, zeigt eine schwarzgraue bis schwarze Färbung, die an kohlige Substanzen erinnert.

**17.** Im allothigenen Zemente können öfters feine kleine Leisten eines farblosen Glimmers mit hohen Indifferenzfarben beobachtet werden.

**18.** Problematika wurden nicht beobachtet.

## XXIII.

## Echinodermenbreccie vom Robnem am Mürtzenstock (Schweiz) aus dem unteren Dogger.

Makroskopisch betrachtet handelt es sich um eine Echinodermenbreccie von der typischen Ausbildungsart derjenigen der Schweiz, die durch Eisenoxydhydrat rot gefärbt ist. Leider konnten nur zwei Dünnschliffe, Nr. 11 und 11a, untersucht werden, die von einem Handstücke der Geologischen Sammlung der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich stammen. Das ist unbedingt zu wenig bei einem so komplizierten Gesteine, um sich ein Bild von dessen Zusammensetzung und Entwicklungsgang zu machen. Unter dem Mikroskope sieht man, daß das Gestein zu 60 bis 70 % aus Echinodermenskeletttrümmern besteht. Daneben kommen andere organogene Trümmer vor. Das Zement ist allothigener Kalkschlamm und organogener Kalksand, der hier nur als Lückenzement auftritt. Eisenoxydhydrat tritt reichlich auf, daneben auch Quarzkörner. Über die einzelnen Komponenten ist folgendes zu sagen:

**1.** Die Echinodermenskeletttrümmer nehmen ca. $^2/_3$ aller Komponenten ein. Ihre Größe ist sehr variabel und schwankt im Mittel zwischen 3,2 und 0,8 mm. Im organogenen Kalksande kommen solche von nur 0,3 mm vor. In Nr. 11 kann man einen mehr oder weniger runden Trümmer erkennen, der das Achsenbild des Kalzites zeigt und einen Durchmesser von 2,5 bis 2 mm hat und wohl ein Querschnitt durch ein Stielglied ist. Im selben Schliffe befindet sich auch ein Längsschnitt durch vier zusammenhängende Stielglieder. Die Breite derselben beträgt nicht ganz 2 mm und ihre Höhe 0,76 mm. Die Auslöschungsrichtung ist fast gleich bei allen vier Gliedern. Sie liegen ganz dicht hintereinander und sind durch einen schmalen Saum einer Ankristallisation zusammengeschweißt. Dies ist beachtenswert, weil sonst jede Ankristallisation in diesem Gesteine fehlt. Von der Gitterstruktur ist noch manchmal etwas zu sehen, und zwar wird sie durch die sogenannte graue Masse hervorgerufen. Man kann die negative sowohl als auch — seltener — die positive beobachten. Die Anordnung der Gitterstruktur zeigt manchmal die radial-konzentrische Ausbildung. Es handelt sich dann wohl um Stielgliedquerschnitte, was durch das Achsenbild des Kalzites, das hier im konvergenten Lichte zu sehen ist, bestätigt wird. Die Mehrzahl der Echinodermenskeletttrümmer zeigt aber nichts von der Gitterstruktur. Bei diesen Trümmern ist manchmal eine gelbliche Eigenfärbung, immer aber eine durch Interpositionen bedingte gräulich-bräunliche Trübung zu sehen. Polysynthetische Zwillingslamellierungen treten manchmal auf. Endlich ist noch zu sagen, daß einige Echinodermenskeletttrümmer — meist

kleine — einem Vererzungsprozesse unterworfen gewesen sind, der in der früher geschilderten Art verlaufen ist, indem zuerst die Gitterstruktur auftritt, die Balken sich zu verdicken anfangen, bis endlich, wie in Nr. 11, ein Echinodermenskeletttrümmer nur noch aus Eisenoxydhydrat besteht. Fast alle Echinodermenskeletttrümmer sind von einem Saume von Eisenoxydhydrat umgeben.

**2.** An Zahl die zweite Rolle unter den Komponenten spielen die Bryozoenskeletttrümmer. Sie gehören zu der bei Gänsestad beschriebenen Art. Wenn die Zellräume rund sind, sind auch die Trümmer mehr oder weniger rund, und wenn jene tubenförmig sind, haben auch die Trümmer meist eine längliche Form. Die Größe der Trümmer ist wechselnd und entspricht der der großen Echinodermenskeletttrümmer. Die Zellwände zeigen im zerstreuten durchfallenden Lichte die typische lichtgelblich-bräunliche Eigenfärbung, und meistens ist die kristallographische Struktur bei gekreuzten Nicols noch leidlich zu sehen. Die runden Zellräume haben einen Durchmesser zwischen 0,16 und 0,04 mm und sind mit allothigenem Zemente ausgefüllt, das oft Umkristallisation zeigt. Sehr häufig wird das allothigene Zement von Eisenoxydhydrat verdrängt, das manchmal so den ganzen Zellraum ausfüllt.

**3.** Foraminiferenskelette, die ihre kristallographische Struktur erhalten hätten, wurden in diesen Schliffen nicht beobachtet.

**4.** In Nr. 11 kann man zwei Trümmer beobachten, die Querschnitte durch Trümmer der Stäbchenschicht darstellen. Die Wabenstruktur ist hier ganz ausgezeichnet deutlich zu sehen. Im zerstreuten durchfallenden Lichte zeigen diese Gebilde die schon früher erwähnte gelblich-bräunliche, intensive Eigenfärbung. Bei gekreuzten Nicols sieht man, daß jede Wabe aus einem Kalzitkorne besteht. Die einzelnen Waben sind ungleich in Form und Größe. Bald haben sie 6, bald 5, 4 oder 3 Seiten, bald zeigen sie Vorsprünge oder Buchtungen. Die Umgrenzungen sind selten geradlinig, häufiger krummlinig. Bei starken Vergrößerungen beobachtet man, daß die einzelnen Waben nicht dicht aneinander stoßen, wie das sonst immer bei diesen Gebilden zu sehen war, sondern fast immer durch einen schmalen hellen Faden getrennt sind, der aus mikrokristallin-unorientiertem aber nicht trübem $CaCO_3$ besteht und manchmal sich etwas verbreitert, so daß man zuerst bei diesen Gebilden an Kalzitadern denken könnte. Der Umstand aber, daß nie eine Wabe durch solch eine Kalzitader geschnitten wird, spricht dagegen. Ich halte sie also für die Ausfüllungsmassen der einst aus Konchiolin bestehenden Hülsen, die die Stäbchen umgaben. Durch Wachstumsdruck haben sie diese mehr auseinander geschoben und sich dann selbst verbreitert. Im konvergenten Lichte zeigen diese Waben stets das Achsenbild des Kalzites. Der Durchmesser der Waben schwankt zwischen 0,06 und 0,01 mm.

**5.** Andere organogene Skeletttrümmer kommen selten vor. An einigen von ihnen konnte man die $\alpha$-Struktur und die $\delta$-Struktur, aber ohne die Knoten, beobachten.

**6.** Ooide fehlen diesem Gesteine.

**7.** Mikrogerölle fehlen diesem Gesteine.

**8.** Kleine Paramorphosen nach unbekannten organogenen Skeletttrümmern können hier und da beobachtet werden. Sie zeigen meistens eine beginnende Vererzung.

**9.** Als allothigenes Zement kommt erstens organogener Kalksand, dessen einzelne Körner noch manchmal die primäre kristallographische Struktur zeigen, dann zweitens die sogenannte graue Masse, die oft Quarzkörner enthält, vor. Da die Lagerung der Komponenten eine sehr dichte ist, nimmt das Zement, das einen ausgesprochenen Charakter eines Lückenzementes hat, relativ wenig Raum ein. Umkristallisation der sogenannten grauen Masse ist häufig zu beobachten. Es treten dabei kleine Kalzitrhomboeder auf, deren mittlerer Durchmesser unter 0,1 mm liegt. Das allothigene Zement ist häufig der Vererzung zum Opfer gefallen.

**10.** Ankristallisationen an die Echinodermenskeletttrümmer fehlten in diesen zwei Schliffen gänzlich bis auf die schmalen Säume, in denen die oben beschriebenen Längsschnitte durch die vier Stielglieder aneinander stoßen.

**11.** Authigene, xenomorphe Kalzitkörner fehlen diesen Schliffen.

**12.** Quarzkörner kommen häufig im allothigenen Zemente vor. Ihr mittlerer Durchmesser schwankt zwischen 2,4 und 0,1 mm. Sehr viele von ihnen enthalten $CaCO_3$-Relikte, sind also authigenen Ursprunges oder mindestens Ankristallisationen an allothigene Quarzkörner. Verkieselungserscheinungen können hier und da beobachtet werden.

**13.** Pyrit kommt sehr häufig in Körnern von 0,1 bis 0,04 mm Größe vor.

**14.** Glaukonit fehlt diesen Schliffen.

**15.** Gelbes und braunes bis braunschwarzes Eisenoxydhydrat spielt in diesem Gesteine eine große Rolle. Daß es als Gitterstruktur, als Interpositionen und in Form eines Umhüllungssaumes bei den Echinodermenskeletttrümmern auftritt, wurde schon erwähnt. In letzterer Form tritt es fast auch bei allen anderen organogenen Trümmern auf, ebenso umgibt es einige Quarzkörner. Daneben verdrängt es in der Hauptsache die sogenannte graue Masse des allothigenen Zementes. In dieser Form füllt es auch die Zellräume der Bryozoenskeletttrümmer aus. Weiter tritt es als Mikroadern auf. Es scheint in erster Linie den mikrokristallin-unorientierten $CaCO_3$ zu verdrängen, dann den mikrokristallin-orientierten und zuletzt den Kalzit in den Echinodermenskeletttrümmern.

**16.** Auch in der sogenannten grauen Masse können keine trüben Medien selbständig auftretend beobachtet werden.

**17.** Andere bestimmbare Mineralien fehlen diesen Schliffen.

**18.** In beiden Schliffen kann man Partien beobachten, die der Lage nach als Zementpartien zu bezeichnen sind, die bei zerstreutem durchfallendem Lichte eine intensiv gelbbraune Färbung haben und bei gekreuzten Nicols opak bleiben. Sie enthalten kleine Quarzkörnchen und $CaCO_3$-Relikte, welche anzeigen, daß hier allothigenes $CaCO_3$ verdrängt wurde. Sie erinnern an die Problematika der Echinodermenbreccie von Gänsestad, nur daß jene dort als Mikrogerölle auftreten, während es sich hier um authigene Bildungen handelt. Es dürfte sich wohl um amorphes Eisensilikat handeln.

## XXIV.

## Echinodermenbreccie von Amleih bei Reutte (Tirol) aus der anisischen Stufe des alpinen Muschelkalkes.

36 Makroskopisch betrachtet handelt es sich um einen grauen Kalkstein, der auf frischem Bruche in der dichten Grundmasse Krinoidenstielglieder und andere Echinodermenskelettrümmer erkennen läßt. Es wurden sechs Schliffe, Nr. 216, 216a, 216b, 217, 217a, 217b, untersucht, die von einer Gesteinsprobe stammen, die ich der Liebenswürdigkeit Herrn Dr. G. Hradils, Innsbruck, verdanke. Die Gesteinsprobe wurde von einem Handstücke genommen, das in der Geologischen Sammlung der Universität Innsbruck liegt. Unter dem Mikroskope sieht man, daß in der Hauptsache Echinodermenskeletttrümmer, denen andere Skeletttrümmer beigemengt sind, das Gestein aufbauen. Das Zement, das teils Lücken-, teils Stützzement ist, besteht sowohl aus zoogenem Kalksande wie aus der sogenannten grauen Masse. Über die einzelnen Komponenten ist folgendes zu sagen:

**1.** Die Echinodermenskeletttrümmer nehmen etwa 40 bis 60% des Gesteines ein, unter ihnen wiegen die Krinoidenstielglieder vor. Ihre Größe ist sehr variabel. In Nr. 217 sieht man zwei Querschnitte durch Krinoidenstielglieder dicht nebeneinander. Der Durchmesser des größeren beträgt 0,8, der des kleineren 0,4 mm. Der größte hierhergehörige Trümmer ist in Nr. 217b zu beobachten und hat einen Durchmesser von 3,2 mm. Der Erhaltungszustand der Trümmer ist ein ziemlich gleicher. Von der Gitterstruktur ist nur selten etwas zu sehen. In Nr. 216 ist in einem Querschnitte durch ein Krinoidenstielglied die positive Gitterstruktur zu sehen, bedingt durch Körnchen von der sogenannten grauen Masse, die sich an einigen Stellen zu Fetzen zusammendrängen; zwei Drittel des Trümmers aber zeigen keinerlei Gitterstruktur. In anderen Schliffen kann man hier und da die negative noch beobachten. Immer tritt aber dieselbe Erscheinung auf: ein Teil des Trümmers hat noch die Gitterstruktur, ein anderer nicht mehr, und an gewissen Stellen findet man die graue Masse, die die Gitterstruktur immer in die Erscheinung ruft, zu Fetzen zusammendrängt. Die weitaus größte Mehrzahl der Echinodermenskeletttrümmer aber zeigt keinerlei Gitterstruktur mehr, sondern zeichnet sich durch reine weiße Farbe, die nur selten durch wenige Interpositionen getrübt ist, aus. Sehr oft sind polysynthetische Zwillingslamellierungen zu beobachten.

**2.** Bryozoenskeletttrümmer fehlen in diesen Schliffen.

**3.** Foraminiferenskelette, die ihre primäre kristallographische Struktur noch erhalten haben, wurden in diesen Schliffen nicht beobachtet.

**4.** Hier und da kann man Längsschnitte durch die Trümmer der Stäbchenschicht sehen. Die Breite dieser Schalenschicht, und parallel dem die Länge ihrer Stäbchen, ist eine sehr geringe, oft unter 0,1 mm betragende.

**5.** Andere organogene Skeletttrümmer kommen relativ oft vor. In ihnen sind verschiedene kristallographische Strukturen zu beobachten, meist aber nur in schlecht erhaltenem Zustande. Hier und da konnte man die $\alpha$-Struktur sehen und fast in jedem Schliffe mehrere Male die $\delta$-Struktur. Besonders schön ist diese in einem Trümmer in Schliff Nr. 217 zu beobachten. Im gewöhnlichen durchfallenden Lichte sind die Knoten, die hier anscheinend durch die sogenannte graue Masse repräsentiert werden, deutlich zu sehen.

**6.** Ooide fehlen diesem Gesteine.

**7.** Mikrogerölle fehlen diesem Gesteine.

**8.** Sehr häufig sind Paramorphosen, die aus reinen weißen, xenomorphen, authigenen Kalzitkörnern gebildet sind, nach unbekannten Organismenresten zu beobachten. Daneben kommt noch eine Art von Paramorphosen vor, die typisch für dieses Gestein ist. Es handelt sich hier um sehr häufig vorkommende, bald größere, bald kleinere Partien von meist weißen, seltener gelblich gefärbten, anscheinend authigenen Kalzitkörnern, die von unregelmäßiger Form sind. Bei gekreuzten Nicols sieht man, was beim zerstreuten durchfallenden Lichte nicht immer zu beobachten ist, daß diese Partien nie aus einem, sondern stets aus mehreren Kalzitkörnern bestehen, die intensiv leuchtende Interferenzfarben haben und ondulös auslöschen. Diese beiden letzten Eigenschaften sind so auffallend, daß man auf den ersten Blick diese Komponenten bei gekreuzten Nicols herausfinden kann. Die einzelnen Kalzitkörner, die bis 0,8 mm Durchmesser haben, stoßen in geraden Linien aneinander, selten nur ist ein zackiges Ineinandergreifen zu beobachten. So verschieden und unregelmäßig auch meistens die Form dieser Gebilde ist, so lassen doch einige von ihnen, z. B. in Nr. 216b, erkennen, daß es sich um Paramorphosen nach Schalen handelt. Sehr wahrscheinlich waren es Paramorphosen nach aragonitischen Schalen, die zuerst im bereits festgewordenen Gesteine aufgelöst und deren Hohlräume dann von authigenem Kalzite ausgefüllt wurden, wobei der Wachstumsdruck die ondulöse Auslöschung hervorrief. In Nr. 217b kann man an einem Korne dieser Gebilde ein schönes Achsenbild des Kalzites sehen.

**9.** Das allothigene Zement, das hier sowohl als Lücken- wie auch als Stützzement vorkommt, ist die einzige Bindesubstanz in diesem Gesteine und besteht teils aus organogenem Kalksande, teils aus der grauen Masse. Beide Komponenten des allothigenen Zementes zeigen Umkristallisationen in der bekannten, so häufig geschilderten Weise.

**10.** Ankristallisationen fehlen fast ganz. Nur ganz selten kommen hier und da Anwachspartien von geringem Ausmaße vor. Nach der Rolle, die das allothigene Zement in diesem Gesteine spielt, zu urteilen, dürften diese Ankristallisationen nur durch Umlagerung der sogenannten grauen Masse entstanden sein.

**11.** Authigenes Zement fehlt ganz. — Authigene, xenomorphe Kalzitkörner kommen nur in den Paramorphosen in der oben beschriebenen Art vor.

**12.** Quarzkörner konnten in diesen Schliffen nicht beobachtet werden, dagegen hier und da, z. B. in Schliff Nr. 217a, Verkieselungen von organogenen Trümmern. Es handelte sich stets um diejenigen Gebilde, die sub 5 angeführt werden.

**13.** Pyrit fehlt diesen Schliffen.

**14.** Glaukonit fehlt diesen Schliffen.

**15.** Gelbbraunes Eisenoxydhydrat tritt hier und da im allothigenen Zemente in Form von Schüppchen auf.

**16.** Die trüben Medien spielen im allothigenen Zemente eine große Rolle und sind häufig bei dessen Umkristallisation zu fetzenartigen Partien zusammengedrängt.

**17.** Bestimmbare Mineralien wurden in diesen Schliffen nicht gefunden.

**18.** Problematika wurden nicht beobachtet.

## XXV.

### Echinodermenbreccie von der Birndorfer Höhe (Deutschland, Schwarzwald, Bezirk Waldshut), Enkrinitenbank des oberen Muschelkalkes.

Makroskopisch betrachtet handelt es sich um einen grauen Kalkstein, der auf frischem Bruche die Spaltflächen von Echinodermenskeletttrümmern, besonders Stielgliedern, in einer dichten Grundmasse lagernd, zeigt. Unter dem Namen Trochitenkalk ist dies Gestein jedermann bekannt. Es wurden 14 Schliffe untersucht. Die Schliffe Nr. 13, 13a, 13b, 13c, die von einem Handstücke stammen, das der Geologischen Sammlung der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich gehört. Ferner die Schliffe Nr. 60, 61, 62, 63 und 221, 222, 300, 301, 302, 303. Diese stammen von drei Handstücken, die ich auf zwei Exkursionen schlug, die unser hochverehrter Lehrer Prof. Dr. Albert Heim mit uns alle zwei Jahre in den Schwarzwald machte, wobei auch stets jener Aufschluß der Enkrinitenbank aufgesucht wurde. Unter dem Mikroskope sieht man, daß es sich um den extremsten Fall einer Echinodermenbreccie handelt, indem das allothigene Zement hier nur noch Stützzement ist. Neben den Echinodermenskeletttrümmern sind noch viele Paramorphosen zu beobachten. Über die einzelnen Komponenten ist folgendes zu sagen:

**1.** Die Menge und die Größe der Echinodermenskeletttrümmer ist sehr wechselnd. Es gibt Schliffe, in denen sie über 50 % ausmachen und in anderen weniger, vielleicht nur 30 %. Der Erhaltungszustand ist auch ein verschiedener. Von der Gitterstruktur sind noch in vielen Trümmern deutlich erhaltene Partien zu sehen. Wo sie fehlen, hat der Echinodermenskeletttrümmer immer eine trübe Färbung, die durch Interpositionen bedingt ist. In den von mir untersuchten Schliffen liegen die Echinodermenskeletttrümmer immer schwimmend im allothigenen Zemente, nur selten berühren sie sich. Ankristallisationen fehlen immer.

**2.** Bryozoenskeletttrümmer wurden in diesen Schliffen nicht beobachtet.

**3.** Desgleichen fehlen Foraminiferenskelette, die ihre kristallographische Struktur noch erhalten hätten.

**4.** Trümmer der Stäbchenschicht konnten einigemal beobachtet werden, so z. B. in Nr. 13a und 300 in Verbindung mit Paramorphosen von authigenen Kalzitkörnern, und zwar in der Art, daß am ganzen Gebilde, das sich seiner Form nach als ein Schnitt senkrecht durch eine Muschelschale zu erkennen gibt, die eine äußere Längshälfte durch die Stäbchenschicht — natürlich hier im Längsschnitt — gebildet ist. Dieser Längsschnitt der Stäbchenschicht hat auch immer im zerstreuten durchfallenden Lichte eine etwas gelbliche Eigenfärbung. Der andere nach innen gelegene Teil des Schalenschnittes ist nun von reinen,

weißen, xenomorphen Kalzitkristallen gebildet. Hier dürfte es sich um eine typische Lamellibranchierschale handeln, deren einst aragonitische Perlmutterschicht hier als Paramorphose von körnigem Kalzite vorliegt. Öfter aber kommt die Stäbchenschicht allein vor. Beginnende Umkristallisation ist fast immer zu beobachten. In Schliff Nr. 62 ist ein Trümmer der Stäbchenschicht zu beobachten, dessen einzelne Stäbchen eine Länge von 0,32 mm haben, während in den meisten anderen, so auch in den Lamellibranchierschalenschnitten die Länge der Stäbchen nur 0,08 bis 0,06 mm beträgt. Die Breite der Stäbchen variiert meist zwischen 0,04 und 0,01 mm.

**5.** Von anderen organogenen Trümmern, die ihre kristallographische Struktur noch mehr oder weniger erhalten haben, konnten nur wenige Exemplare beobachtet werden. In Nr. 13 und 302 ist die $\alpha$-Struktur und in Nr. 301 die $\varepsilon$-Struktur zu beobachten.

**6.** Ooide fehlen diesem Gesteine.

**7.** Mikrogerölle fehlen diesem Gesteine.

**8.** Paramorphosen nach Muschelschalen sind sehr häufig in diesen Schliffen zu sehen. Immer handelt es sich um lange, schmale, gebogene Gebilde, die aus authigenen, rein weißen Kalzitkörnern bestehen, die oft sehr beträchtliche Längsdimensionen haben, deren Breitendurchmesser in der Regel aber zwischen 0,6 und 0,05 mm liegt. Sehr oft ist bei zerstreutem durchfallendem Lichte zu beobachten, daß der eine Rand des Schnittes eine lichtgelbliche Färbung zeigt und dann kann man stets bei gekreuzten Nicols sehen, daß diese Partien nicht aus den xenomorphen Kalzitkörnern gebildet sind, sondern Spuren einer primären kristallographischen Struktur zeigen. Am häufigsten ist hier die Stäbchenstruktur zu sehen. Aber auch andere Strukturen, meist wenig deutlich erhalten, sind zu beobachten. Wenn so ein Schnitt etwas gebogen ist, liegen die letzteren Partien stets an der äußeren konkaven Seite.

**9.** Das allothigene Zement hat den ausgeprägten Charakter eines Stützzementes. Es liegt hier immer in Form der sogenannten grauen Masse vor. Umkristallisationserscheinungen sind oft zu beobachten und verlaufen stets in der bekannten Art und Weise. In Nr. 62 kann man bei Gegenwart von gelbem Eisenoxydhydrate Rhomboederbildung bei diesen Umwandlungen sehen. In Schliff Nr. 221 und 222 kann man an einigen Stellen ein besonders intensives Zusammengedrängtsein der trüben Medien beobachten. In Nr. 302 tritt infolge dieser Umkristallisationen eine Pseudo-Ooidbildung auf. Der Durchmesser der Pseudo-Ooide beträgt 0,5 mm. Sie bestehen aus der sogenannten grauen Masse und treten nur dadurch in die Erscheinung, daß die sie umgebenden Partien aus hellen Kalzitkörnchen bestehen.

**10.** Ankristallisationen an Echinodermenskeletttrümmer wurden nie beobachtet.

**11.** Authigenes Zement fehlt. — Authigene, xenomorphe Kalzitkörner wurden nur in den Paramorphosen beobachtet.

**12.** Authigene Quarzkörner können hier nicht beobachtet werden. Verkieselungserscheinungen sind dagegen sehr oft zu sehen. In den Schliffen Nr. 60, 61, 62 ist das allothigene Zement verkieselt, die darin schwimmenden Echinodermenskeletttrümmer dagegen gar nicht. Die Verkieselungsmasse, die $CaCO_3$-Relikte enthält, hat einen mikrokrystallin-

unorientierten Charakter und erscheint bei gekreuzten Nicols so dunkel, daß man glaubt, ein großer Teil sei amorph. Aber mit dem Gipsblättchen Rot I. Ordnung überzeugt man sich, daß die ganze Masse doch kristallisiert und nicht amorph ist. In den meisten anderen Schliffen dagegen findet man in den Echinodermenskeletttrümmern fleckenweise verkieselte Partien. Hier ist die Verkieselungsmasse auch teils mikrokristallin-unorientiert, teils feinkörnig. Man erkennt schon bei gekreuzten Nicols, daß die $SiO_2$-Substanz hier nicht amorph ist. Hier und da sind noch andere organogene Trümmer verkieselt. Bei den Paramorphosen konnte man dagegen nie Verkieselungserscheinungen sehen. Die weißen, xenomorphen, authigenen Kalzitkörner scheinen am längsten der Verkieselung zu widerstehen.

**13.** Pyrit kommt häufig in Form von freiliegenden Körnern vor.

**14.** Glaukonit fehlt diesen Schliffen.

**15.** Gelbes und braunes Eisenoxydhydrat kommt sowohl in Mikroadern, z. B. im Schliffe Nr. 301, wie auch als Fetzen zusammengedrängt vor. Dann kann man es noch als Interpositionen in den verkieselten Partien des allothigenen Zementes finden, ein Zeichen dafür, daß es auch in der sogenannten grauen Masse vorhanden sein muß. In dieser tritt es aber im zerstreuten durchfallenden Lichte gar nicht hervor, während es im selben Lichte, wenn die graue Masse verkieselt ist, sich von der weißlichen $SiO_2$ deutlich abhebt.

**16.** Auf die große Rolle, die die trüben Medien in dem allothigenen Zemente spielen, wurde schon hingewiesen. Ebenso darauf, daß sie durch Zusammendrängung größere Fetzen bilden, was namentlich in Nr. 221 und 222 zu beobachten ist.

**17.** Andere bestimmbare Mineralien wurden nicht gefunden.

**18.** Im allothigenen Zemente sind fetzenweise Partien zu beobachten, die im zerstreuten durchfallenden Lichte eine gelblich-bräunliche Färbung haben und bei gekreuzten Nicols völlig opak sind. Wahrscheinlich handelt es sich hier um amorphes Eisensilikat.

Mit einigen Schliffen wurden Färbversuche gemacht. Schliff Nr. 13a wurde nach der früher angegebenen Versuchsanordnung in einer übersättigten Säurefuchsinlösung und Schliff Nr. 13c ebenso in einer übersättigten Lösung von Kongorot gefärbt. Nach gehörigem Auswaschen in aqua destillata, bis dieses keinen Farbstoff mehr aufnahm, zeigt es sich, daß der Farbstoff ganz unregelmäßig in Form kleiner Körnchen bald auf den Partien des allothigenen Zementes, bald auf den allothigenen Trümmern haften geblieben war. Die Färbversuche, die zwecks Sichtbarmachung des in der sogenannten grauen Masse ev. vorhandenen Tones unternommen waren, sind also negativ ausgefallen. Beide Farbstoffe wurden von Merck in Darmstadt bezogen.

## XXVI.

## Echinodermenbreccie von Deroc Oan (Dorf an der Südküste von Portugiesisch-Timor) aus dem Oberen Perm.

37 Makroskopisch betrachtet handelt es sich um einen roten Kalkstein, der auf frischem Bruche mehr oder weniger dicht gelagerte gelbliche Echinodermenskeletttrümmer in einer dichten roten Grundmasse liegend zeigt. Letztere ist häufig ganz verkieselt, wobei sie dann eine grüngraue Färbung annimmt. Auch Echinodermenskeletttrümmer sind hier und da verkieselt. Es wurden sechs Schliffe untersucht, die von einem Handstücke stammen, das ich der Liebenswürdigkeit des Herrn Dr. Hans Hirschi, Zollikon, verdanke. Die Schliffe Nr. 64, 260, 261, 262 gehen durch verkieseltes Gestein, die Schliffe Nr. 260a und 260b durch unverkieseltes. Unter dem Mikroskope zeigt es sich, daß das Gestein in der Hauptsache aufgebaut ist aus freiliegenden Echinodermenskeletttrümmern und einigen Paramorphosen. Das Zement — ein Stützzement — ist ein durch Eisenoxydhydrat braun gefärbter, mikrokristallin-unorientierter $CaCO_3$. In ihm liegen eine Menge Foraminiferenschalen, die ihre primäre kristallographische Struktur gut erhalten haben, außerdem organogene Kalksandkörner. Über die einzelnen Komponenten ist folgendes zu sagen:

**1.** Die Echinodermenskeletttrümmer nehmen ca. 50% im Maximum des Gesteines ein. Der Durchmesser der Trümmer schwankt von 4 bis zu 0,04 mm. Querschnitte von Stielgliedern kann man beobachten; ihr mittlerer Durchmesser beträgt 1,8 bis 1 mm. Die Gitterstruktur, durchaus vorwiegend die negative, ist in der Regel gut zu beobachten, und zwar wird sie sowohl durch die bräunlich-graue Masse des allothigenen Zementes wie auch durch gelblich-braunes Eisenoxydhydrat in die Erscheinung gerufen. Das Phänomen der Zusammendrängung der trüben Medien zu Fetzen, besonders im allothigenen Zemente, ist häufig zu beobachten. In Nr. 260b ist ein fast runder Trümmer von 3,5 mm Durchmesser zu sehen, bei dem diese Erscheinung in merkwürdiger Form auftritt. Die weiße, optisch-einheitlichorientierte Kalzitmasse nimmt vielleicht nur noch $^1/_{10}$ des Trümmers ein und zwar in Form von 0,002 mm breiten, ganz unregelmäßig verlaufenden, gewundenen Äderchen, ähnlich den Gängen eines Labyrinthes. Die sogenannte graue Masse, die den anderen Teil des Trümmers einnimmt, ist zu rundlichen bis ausgezogenen, oft zusammenhängenden, mehr oder weniger abgeschnürten Fetzen angeordnet. Man wäre auf den ersten Blick geneigt, das ganze Gebilde für eine Paramorphose zu halten, wenn nicht die optische Einheitlichkeit des übriggebliebenen Kalzites sowie die an einer Stelle noch deutlich erhaltene Gitterstruktur unzweideutig dafür spräche, daß es sich um einen Echinodermenskeletttrümmer handelt. Da, wo nun die Echinodermenskeletttrümmer nichts von der Gitterstruktur zeigen, sind sie durch Inter-

positionen bald mehr, bald weniger trübe gefärbt. Die Interpositionen sind teils Eisenoxydhydrat, teils unbestimmbaren Charakters. Wiegen erstere vor, so hat die Trübung einen roten Ton, im anderen Falle aber einen grauen.

**2.** Bryozoenskeletttrümmer konnten nicht beobachtet werden.

**3.** Typisch für dieses Gestein ist eine große Menge von allerdings meistens nur in Form von Trümmern erhaltenen Foraminiferenschalen, die ihre kristallographische Struktur erhalten haben, so daß sie sich bei gekreuzten Nicols so zeigen, als ob sie in toto oder jede Kammer für sich wie aus einem Sphärolithen geschnitten wären. Meist sind ihre Kammern von der Substanz, die das allothigene Zement bildet, ausgefüllt, seltener mit braunem Eisenoxydhydrate oder mit Ankristallisationen, die optisch gleich der Schale orientiert sind. In Nr. 260b findet man einen miliolidenähnlichen Querschnitt von 0,39 mm Durchmesser, dann einen rotalidenähnlichen Längsschnitt, dessen Kammern mit gelbem Eisenoxydhydrat ausgefüllt sind und deren Durchmesser 0,42 mm beträgt. In Nr. 260a ist ein ringförmiges Gebilde mit nach außen stehenden Zacken zu beobachten. Die Breite des Ringes beträgt 0,02 mm und er umgibt eine Partie, die teils aus optisch-gleicher Ankristallisation, teils aus der Substanz des allothigenen Zementes besteht. Besonders gut ist in diesem Schliffe ein Gebilde erhalten, das man als einen Längsschnitt durch das jüngere Ende einer clavulinaähnlichen Form ansprechen könnte. Vier annähernd gleich große Ringe liegen in einer Geraden so hintereinander, daß der erste zu etwa $^1/_3$ über dem zweiten, dieser ebenso über dem dritten, der wiederum ebenso über dem vierten liegt. Hier ist jeder Ring so wie aus einem Sphärolithen geschnitten aufgebaut. Die Kammern selbst sind mit der gleichen Substanz, die das allothigene Zement bildet, angefüllt. Die Länge des ganzen Gebildes beträgt 0,56 mm, die Breite schwankt zwischen 0,18 und 0,2 mm, welche Zahlen auch dem Durchmesser der einzelnen Ringe entsprechen. Die Breite der aus sphäroidalem $CaCO_3$ aufgebauten Ringe schwankt zwischen 0,05 und 0,01 mm. Ferner sind auch scheibenförmige Trümmer zu beobachten, deren kristallographische Struktur sphäroidal ist, die dann fast immer das Bertrandsche Kreuz zeigen und wohl Tangentialschnitte durch Foraminiferenschalen sind. Der $CaCO_3$ aller dieser Gebilde zeigt im zerstreuten durchfallenden Lichte eine reine weiße Farbe. Außer den hier beschriebenen Formen kommen auch andere vor, die aber wohl nur Trümmer sind.

**4.** Es konnte einmal ein Trümmer beobachtet werden, der schlecht erhalten die Struktur der Stäbchenschicht zeigt.

**5.** Ebenso konnte einige Male die $\alpha$-Struktur beobachtet werden.

**6.** Ooide fehlen diesem Gesteine.

**7.** Mikrogerölle fehlen diesem Gesteine.

**8.** Paramorphosen von körnigem, rein weißem authigenem, xenomorphem Kalzite nach unbekannten Organismenskeletten sind oft zu beobachten. Auffallend ist die oft sehr wechselnde Korngröße dieser Kalzitkörner in einer und derselben Paramorphose. Gerade in nächster Nähe der zuletzt beschriebenen vierkammerigen Foraminiferenschale in Schliff Nr. 260a 37 liegt ein hakenförmiger Trümmer, der eine solche Paramorphose ist. Die einzelnen Kalzitkörner haben einen Durchmesser, der von fast submikroskopischer Größe bis zu 0,7 mm

ansteigt. Noch merkwürdiger ist im selben Schliffe eine Paramorphose von torbogenähnlicher Form, deren eine Hälfte aus Kalzitkörnern von 0,04 bis 0,005 mm Durchmesser und deren andere Hälfte aus solchen von 0,8 bis 0,04 mm besteht. Die Bezeichnungen wie hakenförmig, torbogenähnlich sind nur gebraucht, um beim Nachprüfen der Beobachtungen einen Anhaltspunkt zu geben. In allen diesen Paramorphosen sind die Kalzitkörner sicher authigen. Wahrscheinlich handelt es sich um Ausfüllungsparamorphosen von Kalzit nach Aragonit und Vaterit, die vorher aufgelöst und weggeführt wurden. Die Abgrenzung gegen das allothigene Zement ist stets ganz scharf. Daneben kommen auch, aber weit seltener, Paramorphosen von mehr oder weniger getrübtem, mikrokristallin-unorientiertem $CaCO_3$ vor. Zu erwähnen ist auch, daß solche Paramorphosen nach Foraminiferenschalen vorkommen, so z. B. in Schliff Nr. 260a nach einer Foraminiferenschale von schneckenförmiger Gestalt.

**9.** Das allothigene Zement liegt hier als graue Masse, die wechselnd mit Eisenoxydhydrat durchsetzt ist, vor. Es hat demnach bald eine mehr graue, bald eine mehr oder weniger intensiv braune Färbung. Sein Charakter als Stützzement ist ein ganz ausgesprochener. Umkristallisationserscheinungen konnten nicht beobachtet werden.

**10.** Ankristallisationen an Echinodermenskeletttrümmern fehlen durchweg.

**11.** Authigenes Zement fehlt. — Authigene, xenomorphe Kalzitkörner kommen nur in den Paramorphosen vor.

**12.** In den nicht verkieselten Schliffen sind nur hier und da im allothigenen Zemente bis 0,1 mm große Quarzkörner zu beobachten. Sie scheinen allothigenen Ursprunges zu sein. Anders ist es in den Schliffen Nr. 260, 261, 262. Hier ist das gesamte allothigene Zement scheinbar inkl. der Paramorphosen und Foraminiferenschalen verkieselt und teilweise sind dies auch die Echinodermenskeletttrümmer. Die Hauptmasse der Verkieselungssubstanz sieht im zerstreuten durchfallenden Lichte gelblich trübe aus und ist mehr oder weniger reich von gelblichen bis bräunlichen Eisenoxydhydratpartikelchen durchsetzt. Bei gekreuzten Nicols bleibt die Masse fast in allen Stellungen schwarz und ist nur von winzigen aufhellenden $SiO_2$-Partikelchen durchsetzt. Schiebt man aber das Gipsblättchen Rot I. Ordnung ein, so kann man erkennen, daß die Substanz nicht amorph, sondern mikrokristallin-unorientiert ist. Häufig kann man noch $CaCO_3$-Relikte in der Verkieselungssubstanz liegen sehen. Sie scheinen aber eine gewisse Umwandlung durchgemacht zu haben, indem sie in der Regel optisch-einheitlich sind. Es ist so ihre Korngröße beträchtlich größer als diejenige der sogenannten grauen Masse, als welche sie ja aber vor der Verkieselung vorgelegen haben müssen. Dieses ist die Verkieselung des allothigenen Zementes.

Die Verkieselung der Foraminiferen und Paramorphosen ist anders verlaufen. Hier ist die $SiO_2$ im zerstreuten durchfallenden Lichte rein weiß. Bei gekreuzten Nicols ist ihr kristalliner Charakter deutlich ausgeprägt, und zwar ist die $SiO_2$ entweder hier feinkörnig oder, was häufiger der Fall ist, faserig in Form von großen Sphäroiden angeordnet, ausgebildet.

Es ist nun sehr merkwürdig, daß die Verkieselung der Echinodermenskeletttrümmer nicht gleich ist derjenigen der Foraminiferenschalen oder der Paramorphosen, sondern der-

jenigen des allothigenen Zementes. Von dieser unterscheidet sie sich eigentlich nur dadurch, daß sie mehr $CaCO_3$-Relikte, die alle untereinander gleich-orientiert sind, enthält, und daß sie im zerstreuten durchfallenden Lichte heller gefärbt ist, was wohl von der geringeren Zahl der Interpositionen abhängt. Zu allem diesem ist zu sagen, daß die Ausbildung der $SiO_2$ bei der Verdrängung des $CaCO_3$ einzig und allein davon abhängig war, ob Fremdkörper in Form von Interpositionen der zu verdrängenden Komponenten eingelagert waren. Da, wo dieses der Fall war, wie im allothigenen Zemente oder in den Echinodermenskeletttrümmern, ist die Ausbildung der $SiO_2$ eine hochgradig mikrokristallin-unorientierte. Da, wo der verdrängte $CaCO_3$ fast frei von Interpositionen war, wie bei den Foraminiferenschalen oder den authigenen weißen Kalzitkörnern der Paramorphosen, tritt die $SiO_2$ als feinkörniges Aggregat oder als Sphäroide auf. Es ist noch zu betonen, daß die sphäroide Ausbildung der $SiO_2$ in keinerlei Beziehung zur sphäroiden Ausbildung des $CaCO_3$, z. B. in den Foraminiferenschalen, steht. Denn man kann häufiger beobachten, daß gerade die Pseudomorphosen von $SiO_2$ nach den Foraminiferenschalentrümmern aus feinkörniger $SiO_2$ bestehen, während die Pseudomorphosen nach den Paramorphosen, bei denen ja der $CaCO_3$ als xenomorphe Kalzitkörner vorlag, fast immer aus $SiO_2$-Sphärolithen aufgebaut sind.

**13.** Pyrit war in diesen Schliffen nicht zu finden.

**14.** Glaukonit fehlt diesen Schliffen.

**15.** Gelbes, braunes bis schwarzbraunes Eisenoxydhydrat ist im Gesteine reichlich vorhanden und bedingt seine rote Färbung. Es tritt in den nicht verkieselten Schliffen auf: erstens als Mikroadern, zweitens als negative Gitterstruktur, drittens als Interpositionen sowohl in den Echinodermenskeletttrümmern wie auch im allothigenen Zemente. In den verkieselten Schliffen zeigt es sich, daß das Eisenoxydhydrat scheinbar seinen Platz bei der Verkieselung gar nicht geändert hat. Dies kann man da beobachten, wo in einem Echinodermenskeletttrümmer, der zur Hälfte verkieselt ist, die Gitterstruktur durch gelbes Eisenoxydhydrat bedingt ist. Wie ich schon früher erwähnt habe, zeigt sich bei starken Vergrößerungen, daß das gelbe Eisenoxydhydrat stets mikrokristallin-unorientierten $CaCO_3$ als Relikte enthält und daß es um so dunkler ist, je mehr es diesen verdrängte. In jenen zur Hälfte verkieselten Echinodermenskeletttrümmern ist nun bei zerstreutem durchfallendem Lichte keine Änderung der Lagerung des gelben Eisenoxydhydrates in der negativen Gitterstruktur zu beobachten. Kreuzt man die Nicols aber, so verschwindet in den verkieselten Partien die Gitterstruktur, während in den unverkieselten das gelbe Eisenoxydhydrat, einschließlich der $CaCO_3$-Partien, die Gitterstruktur noch deutlich in die Erscheinung ruft. Jenes Verschwinden der Gitterstruktur in den verkieselten Partien der Echinodermenskeletttrümmer bei gekreuzten Nicols wird dadurch verständlich, daß sie durch relativ wenig Eisenoxydhydrat und mehr durch mikrokristallin-unorientierten $CaCO_3$, das jenes als Interpositionen enthielt, bedingt ist. Wo dagegen die Gitterstruktur durch braunschwarzes Eisenoxydhydrat, das also nur sehr wenig $CaCO_3$ enthält, hervorgerufen wird, ist bei der Verkieselung die Gitterstruktur genau so deutlich zu sehen wie in den angrenzenden unverkieselten Partien. In Nr. 64 sieht man einen Schliff, der durch eine Partie des Gesteines, das einem stärkeren Vererzungsprozesse unter-

worfen war, gelegt ist. Das Eisenoxydhydrat hat hier zuerst das allothigene Zement verdrängt, so daß dieses aus tief schwarzbraunem Eisenoxydhydrate besteht, in dem die Echinodermenskeletttrümmer in der bekannten Weise schwimmen. Parallel diesem geht ein deutliches Hervortreten der Gitterstruktur, indem auch jener mikrokristallin-unorientierte $CaCO_3$ der letzteren vom Eisenoxydhydrate aufgefressen wurde. Auch hier verdichtet sich die Gitterstruktur und schließt sich zu zusammenhängenden Partien von tief schwarzbraunem Eisenoxydhydrate zusammen. Alle Übergänge sind zu beobachten. Daneben fehlt nicht die Verkieselung des allothigenen, nicht vererzten Zementes, die ebenfalls manchmal die Echinodermenskeletttrümmer angegriffen hat. Es kommen so in einem und demselben Echinodermenskeletttrümmer beide Prozesse nebeneinander vor. Es ist aber nicht möglich anzugeben, welcher Prozeß der zeitlich frühere ist.

In diesem Schliffe zeigen sich auch Partien von weißem Kalzite in der Nähe einiger weniger Echinodermenskeletttrümmer, die mit diesen gleich-orientiert sind. Ankristallisationen im gewöhnlichen Sinne sind es sicherlich nicht. Ob aber der mikrokristallin-unorientierte $CaCO_3$ des allothigenen Zementes beim Vererzungsprozesse einer Umlagerung und Zusammendrängung unterworfen gewesen ist und dann hier in diesem Sinne sich anordnete, oder ob die Partien anderswie entstanden sind, ist schwer zu sagen, besonders wenn man dieses Phänomen nur in diesem einen Schliffe beobachten konnte.

**16.** Trübe Medien kommen teilweise im allothigenen Zemente vor, teilweise auch als Interpositionen in den Echinodermenskeletttrümmern. Hier haben einige von ihnen das Aussehen von Kohlenpartikelchen.

**17.** Andere bestimmbare Mineralien wurden nicht beobachtet.

**18.** In allen verkieselten Schliffen, besonders gut in Nr. 261, kann man Partien einer grünen Substanz von stärkerer Doppelbrechung als Kalzit beobachten, die aus einem Haufwerke von Schuppen und Leisten zu bestehen scheinen. Bei gekreuzten Nicols zeigen diese Leisten aber auch Aggregatspolarisationen bei ziemlich hohen Interferenzfarben. Worum es sich hier handelt, vermag ich nicht zu sagen.

## XXVII.

## Echinodermenbreccie von Ben-Zireg (Algerien, Provinz Oranais) aus dem mittleren Carbon.

Makroskopisch betrachtet handelt es sich um ein Gestein von ziemlich grobspätigem Charakter und einer bräunlich-roten, dichten Bindesubstanz. Es wurden nur drei Schliffe untersucht, Nr. 2, 2a, 2b, die von einem Handstücke stammen, das mein verehrter Lehrer, Prof. Dr. Albert Heim in Algerien selbst geschlagen hat und das heute in der Geologischen Sammlung der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich liegt. Unter dem Mikroskope erkennt man, daß das Gestein in der Hauptsache aus Echinodermenskeletttrümmern besteht, die durch ein allothigenes, stark vererztes und stellenweise verkieseltes Zement zusammengehalten werden. Über die einzelnen Komponenten ist folgendes zu sagen:

**1.** Die Echinodermenskeletttrümmer machen etwa 70% des Gesteines aus. Ihre Größe und Gestalt sind sehr wechselnd. Ihr mittlerer Durchmesser in den drei Schliffen schwankt von 4 bis 0,4 mm. Von der Gitterstruktur sieht man nur noch sehr wenige Spuren. Die einzelnen Trümmer haben eine leicht trübe Färbung, die durch Interpositionen und eine sehr ausgebildete Zwillingslamellierung bedingt wird. Einige Stielglieder von 4,2 bis 3,8 mm Durchmesser sind zu sehen.

**2.** Drei Viertel der anderen organogenen Komponenten bestehen aus Bryozoenskeletttrümmern, deren Größe sehr wechselt. Sie haben weit mehr Ähnlichkeit in der biologischen Struktur mit denjenigen bei Gänsestad, als mit den bei Dudley beschriebenen. Ihr Erhaltungszustand ist kein sehr guter mehr. Meist ist der mikrokristallin-orientierte $CaCO_3$ der Zellwände in mikrokristallin-unorientierten oder feinkörnigen $CaCO_3$ umgewandelt. Die Zellräume sind stets von der Substanz des Zementes ausgefüllt. Ganz ausnahmsweise ist auch die biologische Struktur der bei Dudley beschriebenen Bryozoenskeletttrümmer, charakterisiert durch den dünnen grauen Faden, der die Polygonfelderteilung hervorruft, zu sehen.

**3.** Foraminiferenschalen, die ihre primäre kristallographische Struktur noch erhalten haben, fehlen diesen Schliffen.

**4.** In Nr. 2 kann man einen Längsschnitt durch einen Trümmer der Stäbchenschicht beobachten. Es handelt sich um einen stark bebrochenen, 2 mm langen und 0,3 bis 0,1 mm breiten, gebogenen Schalentrümmer. Die einzelnen Stäbchen sind teilweise noch gut erhalten und haben dann eine mittlere Dicke von 0,02 mm. Stellenweise haben sich mehrere zu einem Kalzitindividuum zusammengeschlossen.

**5.** Andere organogene Trümmer sind auch zu beobachten, doch ist meistens die ihnen eigene kristallographische Struktur stark verändert.

**6.** Ooide fehlen diesen Schliffen.

**7.** Mikrogerölle fehlen diesen Schliffen.

**8.** Paramorphosen von mikrokristallin-unorientiertem, nur wenig trübem $CaCO_3$ und solche von feinkörnigem Kalzite kommen häufig vor, dagegen fehlen die aus der sogenannten grauen Masse ganz.

**9.** Als Zement kommt hier ein allothigenes Lücken-, seltener ein Stützzement vor. Es ist ein Gemisch von mikrokristallin-unorientiertem, trübem $CaCO_3$ und organogenem Kalksande. Die erstere Komponente ist zum größten Teil durch eine eigenartige Substanz verdrängt worden.

**10.** Ankristallisationen fehlen gänzlich den Echinodermenskeletttrümmern.

**11.** Authigenes Zement fehlt diesem Gesteine.

**12.** Quarzkörner fehlen diesen Schliffen nicht. Schliff Nr. 2b wurde entkalkt und zeigte eine teilweise Verkieselung des allothigenen Zementes, bestehend aus einem feinkörnigen Aggregate von $SiO_2$-Partikelchen, deren Größe meist unter 0,01 mm liegt. Die Hauptmasse aber, die das Zement in den anderen Schliffen zu mehr als 90% bildet, ist nicht reine $SiO_2$, sondern wahrscheinlich amorphes Eisensilikat. Bei zerstreutem durchfallendem Lichte zeigt diese Substanz eine lichtgelblich-grünliche bis lichtbräunlich-grünliche Färbung, in der kleine weiße Schüppchen — $SiO_2$-Körnchen — und gelbes Eisenoxydhydrat als Interpositionen, Fetzen oder Mikroadern zu sehen sind. Bei gekreuzten Nicols ist diese Masse opak, und es leuchten aus ihr nur die $SiO_2$-Körnchen hervor. In den anderen Schliffen sind noch hier und da allothigene Quarzkörner zu sehen, die authigene, optisch-gleichgerichtete Ankristallisationen haben. Was nun das amorphe Eisensilikat betrifft, so scheint seine Zusammensetzung zu wechseln. Amorph ist es zwar immer, aber bei zerstreutem durchfallendem Lichte ist seine Farbe sehr verschieden, was vielleicht durch die wechselnde Menge des Eisenoxydhydrates bedingt wird.

**13.** Pyrit konnte nicht beobachtet werden.

**14.** Glaukonit fehlt diesem Gesteine.

**15.** Gelbes bis schwarzbraunes Eisenoxydhydrat spielt in diesem Gesteine eine sehr große Rolle. Frei von ihm sind nur die Echinodermenskeletttrümmer und da ist es noch fraglich, ob ihre staubartigen Interpositionen nicht auch zum Teil wenigstens Eisenoxydhydrat sind. Sonst aber sind alle anderen Komponenten mit diesem durchsetzt. Stellenweise nimmt es die Stelle des Zementes ein und zeigt hier nur $CaCO_3$-Relikte. Als Mikroadern durchzieht es das Gestein und umhüllt namentlich einen Teil der einzelnen Komponenten. Die Rolle, die es in der Substanz, die die Hauptmasse des Zementes bildet, spielt, wurde schon erwähnt.

**16.** In den Echinodermenskeletttrümmern bleiben nach dem Entkalken kleine opake Schüppchen nach, die diese Trümmer als Interpositionen durchsetzen. Über ihre Natur ist nichts Genaueres zu sagen.

**17.** Andere bestimmbare Mineralien fehlen diesen Schliffen.

**18.** Die Substanz des Zementes, die wahrscheinlich amorphes Eisensilikat ist, wurde schon erwähnt.

## XXVIII.

### Echinodermenbreccie von Osmundsberg und von Gullerasen (Schweden, Dalarne), Liegendes des Leptaenakalkes, unteres Silur.

Makroskopisch betrachtet handelt es sich um einen grauen Kalkstein, der auf frischem Bruche in einer dichten Grundmasse viele Spaltflächen von Echinodermenskeletttrümmer zeigt. Es wurden acht Schliffe untersucht, Nr. 126, 127, 128, 128a, 128b, 129, 129a, 129b, die von zwei Handstücken stammen, die im Geologisch-Paläontologischen Museum der Berliner Universität liegen. Unter dem Mikroskope sieht man, daß das Gestein ein typischer zoogener Kalkstein ist, der in der Hauptsache aus Echinodermenskeletttrümmern und daneben noch aus anderen organogenen Trümmern und Paramorphosen nach ihnen aufgebaut ist. Die Komponenten werden durch ein allothigenes Zement, das teils Lücken-, teils Stützzement ist, verbunden. Über die einzelnen Komponenten ist folgendes zu sagen:

**1.** Die Echinodermenskeletttrümmer bilden im wechselnden Verhältnisse etwa 60 bis 80% des gesamten Gesteines. Die Trümmer liegen bald schwimmend im Zemente, bald berühren sie sich. Ihre Größe wechselt im Durchschnitte zwischen 3,5 und 0,4 mm. In Nr. 129 ist ein fast runder Trümmer zu sehen, dessen Durchmesser 2,8 mm beträgt, und der einen fünfarmigen Nahrungskanal hat, der mit derselben Substanz ausgefüllt ist, die das allothigene Zement bildet. Die Zentralpartie des Nahrungskanales hat einen Durchmesser von 0,5 mm, und jeder seiner fünf Arme ist etwa ebenso lang und 0,2 mm breit. Im konvergenten Lichte zeigt dieser Trümmer das Achsenbild des Kalzites. Ähnliche Trümmer, nur etwas kleiner, sind noch einigemal zu beobachten. Der Erhaltungszustand der Echinodermenskeletttrümmer ist ein ziemlich guter. Alle haben eine durch Interpositionen bedingte trübe Färbung. Von der Gitterstruktur sind nur noch selten Spuren zu beobachten. In Nr. 127 ist ein 1,5 mm im Durchmesser messender Trümmer zu beobachten, der ganz aus hellem, reinem Kalzite besteht, aber eine dunkle Umrandung von ca. 0,2 mm Breite hat. Man ist geneigt, diesen als aus der sogenannten grauen Masse bestehend sich zu denken. Aber bei gekreuzten Nicols erkennt man, daß er optisch gleich mit dem Echinodermenskeletttrümmer orientiert ist, und daß seine lichtgraue Färbung nur durch eine besondere Anreicherung von Interpositionen bedingt ist. Es liegt nahe, anzunehmen, daß die Interpositionen, die einst auch diesen Echinodermenskeletttrümmer wie alle die anderen in diesem Gesteine durchsetzt hatten, hier zusammengedrängt sind. Polysynthetische Zwillingslamellierungen sind oft zu beobachten.

**2.** Bryozoenskeletttrümmer fehlen keinem Schliffe. Bald sind es kleine Trümmer von nur 1 mm Durchmesser, bald wie in Nr. 128 größere, bis 3 mm im Durchmesser be-

tragende. Die kristallographische Struktur der Zellwände ist meist noch erhalten. Die Zellräume sind in der Regel von derselben Substanz, die das authigene Zement bildet, angefüllt. Manchmal zeigt diese eine Umwandlung zu feinkörnigem, hellerem Kalzite. Ihre biologische Struktur ist meist dieselbe wie bei den Bryozoenskeletttrümmern der Echinodermenbreccie von Dudley. Hin und wieder aber erinnern auch manche Trümmer in ihrer biologischen Struktur an die Bryozoenskeletttrümmer von Gänsestad. Die aber hier so typische Eigenfärbung der Zellwände fehlt.

**3.** Foraminiferenskelette, die ihre typische kristallographische Struktur noch bewahrt hätten, konnten nicht beobachtet werden.

**4.** Trümmer der Stäbchenschicht fehlen.

**5.** Andere organogene Trümmer sind hier und da zu sehen. Deutlich konnte man bei ihnen nur die $\alpha$-Struktur erkennen. Ihrer Form nach charakterisieren sie sich als Muschelschalentrümmer, so z. B. ist in Nr. 129 dies deutlich zu erkennen.

**6.** Ooide fehlen diesem Gesteine.

**7.** Mikrogerölle fehlen diesen Schliffen.

**8.** Paramorphosen sind sehr oft zu finden. Es sind dies meistens kleinere Trümmer von 0,6 mm Durchmesser. Es kommen sowohl solche vor, die aus authigenen, hellen Kalzitkörnern aufgebaut sind, wie auch solche von mikrokristallin-unorientiertem $CaCO_3$.

**9.** Das allothigene Zement, das die einzige Bindesubstanz in diesem Gesteine ist, besteht aus der sogenannten grauen Masse, die organogenen Kalksand enthält. Die graue Masse zeigt in der bekannten Art Tendenz zur Umkristallisation, und manchmal, aber sehr selten ist zu beobachten, daß diese Umkristallisation in der Nähe von Echinodermenskeletttrümmern in der Richtung sich vollzieht, daß Ankristallisation an diese stattfindet.

**10.** Eigentliche primäre Ankristallisationen an die Echinodermenskeletttrümmer fehlen diesem Gesteine.

**11.** Authigenes Zement fehlt diesem Gesteine.

**12.** Im allothigenen Zemente können kleine allothigene Quarzkörner von 0,03 mm Durchmesser an gefunden werden. Verkieselungen der organogenen Trümmer wurden nicht beobachtet, dagegen wohl in einer eigenartigen Weise im authigenen Zemente. Schliff Nr. 129 wurde entkalkt. Der Rückstand war sehr minimal. Im zerstreuten durchfallenden Lichte konnte man zwei Substanzen beobachten, dunkle Körnchen und eine hellere Substanz, die schaumig, wabig struiert war. Wir gewinnen von ihrem Bau ein annäherndes Bild, wenn wir uns einen Schnitt durch einen Seifenschaum vorstellen. Was hier mit Luft gefüllt ist, ist im Gesteine mit der sogenannten grauen Masse gefüllt gewesen, während die dünnen Seifensubstanzwändchen der hier zu beschreibenden Substanz entsprechen. Diese erweist sich bei gekreuzten Nicols als doppelbrechend und zeigt an Verkieselungssubstanz erinnernde Interferenzfarben. Bei der Feinheit dieser Wände, die unter 0,001 mm liegt, ist schwer Näheres über ihre wahre Natur zu sagen. Bezeichnend ist, daß dies schaumige Gewebe nur im Zemente auftritt, während die dunklen Körnchen, die bei gekreuzten Nicols opak

bleiben, vorwiegend auf die Stellen verteilt sind, wo vor dem Entkalken ein Echinodermenskeletttrümmer gewesen war.

**13.** Pyrit fehlt diesen Schliffen.

**14.** Glaukonit fehlt diesen Schliffen.

**15.** Gelbes Eisenoxydhydrat konnte hier in Form von Mikroadern oder von kleinen Schüppchen beobachtet werden, so z. B. auch als Interposition in den Echinodermenskeletttrümmern.

**16.** Auf die Rolle, die die trüben Medien im allothigenen Zemente spielen, wurde schon hingewiesen. Ebenso auf die opaken Interpositionen.

**17.** Andere bestimmbare Mineralien wurden in diesen Schliffen nicht gefunden.

**18.** Problematika fehlen diesen Schliffen.

Mit den Schliffen Nr. 128a und 128b wurden Färbversuche gemacht. Nr. 128a wurde 12 Stunden in eine übersättigte Lösung von Methylenblau, bezogen von Kahlbaum, Berlin, gelegt, dann gründlich ausgewaschen. Es zeigte sich, daß viel mehr Farbstoff auf den Partien des allothigenen Zementes haften geblieben war als auf denen der anderen Komponenten. Zum ersten Male war ein Färbversuch nicht ganz resultatlos. Leider fehlten mir weitere geeignete Schliffe, um zu prüfen, in welcher Weise dies vielleicht von der schaumigen Substanz, die im allothigenen Zemente eingelagert ist, abhängt. Schliff Nr. 128b wurde nach derselben Versuchsanordnung mit einer übersättigten Lösung von Methylorange, bezogen von Dr. Grübler, Leipzig, behandelt, ergab aber nicht dasselbe Resultat. Hier waren gleichmäßig und in ganz ungeordneter Art und Weise an Echinodermenskeletttrümmern wie am allothigenen Zemente Farbstoffkörnchen haften geblieben.

## XXIX.

### Echinodermenbreccie von der Krjukowski-Grube bei Riddersk aus dem Altai (West-Sibirien), unbekannten Alters.

Makroskopisch betrachtet handelt es sich um einen hellgrauen Kalkstein, der auf frischem Bruche in einer dichten Grundmasse eine große Anzahl Echinodermenskeletttrümmer liegend zeigt. Es wurden zehn Schliffe untersucht, Nr. 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246 und 247, die von drei Handstücken stammen, die ich dem Herrn Diplomierten Bergingenieur J. Hergenreder verdanke. In seiner Arbeit — Zur Kenntnis des Altais — in der Ztschr. f. prakt. Geol. (1909, pag. 166) erwähnt er Enkrinitenkalke in den Kalksteinen des Kalbinsky-Gebirges. Da mich ein Vergleich dieser Gesteine mit denen der Alpen interessierte, schrieb ich an ihn und bat um einige Handstücke. Leider konnte Herr Hergenreder die in jener Arbeit erwähnten Gesteine mir nicht besorgen. Er hatte aber die Liebenswürdigkeit, mir einige andere Handstücke ähnlicher Gesteine aus dem Altai zu senden. Das Alter der Schichten war ihm am 6. August 1909 noch unbekannt. Unter dem Mikroskope sieht man, daß es sich um einen typischen zoogenen Kalkstein handelt, der in wechselnden Mengen Echinodermenskeletttrümmer enthält, die zwischen 50 und 80 % aller authigenen Komponenten ausmachen. Daneben kommt eine Reihe anderer Trümmer vor. Alle diese Komponenten schwimmen in einem allothigenen Stützzemente, das einen eigenartigen Charakter zeigt. Über die einzelnen Komponenten ist folgendes zu sagen:

**1.** Der Durchmesser der Echinodermenskeletttrümmer schwankt im Mittel zwischen 4 und 0,5 mm. Sehr häufig ist noch die Gitterstruktur zu beobachten, und meist wird sie durch eine eigenartige gelblichbraune Substanz in die Erscheinung gerufen. Diese Substanz ist auch in fast allen Echinodermenskeletttrümmern in Form von unregelmäßigen Fetzen, die stets einen Hof von reinem, weißem Kalzite haben, zu beobachten. Die Gitterstruktur ist meist negativ, nur höchst selten kommt die positive vor. Von Interpositionen ist sonst wenig in den Echinodermenskeletttrümmern zu sehen. Meist heben sie sich durch ihre helle Färbung gut vom allothigenen Zemente ab. Typisch ist das sehr häufige Auftreten der polysynthetischen Zwillingslamellierungen. Stielgliederquerschnitte konnten einigemal beobachtet werden. In Nr. 240 hat ein solches Gebilde einen Durchmesser von 1,6 mm. Zwei andere in Nr. 239 solche von 0,9 und 2,9 mm. Diese Stielglieder zeigten stets im konvergenten Lichte das Achsenbild des Kalzites. Ankristallisationen fehlen den Echinodermenskeletttrümmern.

**2.** Bryozoenskeletttrümmer konnten mit Sicherheit in diesen Schliffen nicht gefunden werden. Vielleicht wäre in Nr. 238 ein Trümmer als solcher zu deuten.

**3.** Von Foraminiferenskeletten kann sehr oft eine Art Trümmer in diesem Gesteine beobachtet werden. Im gewöhnlichen durchfallenden Lichte zeigen sie sich als runde Scheibchen von 0,5 bis 0,05 mm Durchmesser, die eine lichtgelbliche Färbung aufweisen. Bei gekreuzten Nicols sieht man allemal das schwarze Kreuz der Sphärolithe. Irgend etwas von der biologischen Struktur ist nicht mehr zu beobachten.

**4.** Die Stäbchenschicht konnte einmal im Schliffe Nr. 245 beobachtet werden.

**5.** Andere organogene Trümmer sind häufig zu sehen. Man kann die $\alpha$-, $\gamma$- und $\delta$-Struktur erkennen. In Nr. 245 kann man einen Muschelschalenschnitt beobachten. Dieser Trümmer ist 10 mm lang und 0,1 mm breit. Er ist aus mikrokristallin-orientiertem $CaCO_3$ und zwar aus allerfeinsten Fasern aufgebaut, deren Breite bereits submikroskopisch ist und deren Längsrichtung parallel der Breite des Trümmers liegt. Die bei der Echinodermenbreccie von Port Colborn beschriebenen ringförmigen Gebilde konnten in Nr. 238 wieder gefunden werden. In Nr. 245 kommt ein ähnliches Gebilde vor, wie dasjenige, das bei der Echinodermenbreccie von Gerolstein — Schliff Nr. 335d — beschrieben wurde.

**6.** Ooide fehlen diesem Gesteine.

**7.** Mikrogerölle fehlen diesem Gesteine.

**8.** Paramorphosen sind selten zu beobachten, da man bei den meisten Trümmern noch mehr oder weniger die primäre kristallographische Struktur beobachten kann. Einige Paramorphosen aus hellen, xenomorphen, authigenen Kalzitkörnern nach Muschelschalen sind zu sehen. In Nr. 244 kann man ein eigenartiges Gebilde beobachten, von dem mehr oder weniger gut erhaltene Trümmer auch in den anderen Schliffen zu sehen sind. Die äußere Form des Gebildes ist zu vergleichen mit einer Zigarre mit einem stumpfen und einem spitzen Ende. Leider ist die primäre Struktur, die biologische wie die kristallographische, stark verwischt, so daß man sich schwer ein rechtes Bild von ihr machen kann Man kann nur sehen, daß in diesem Gebilde ein der äußeren Form kongruenter Teil eingeschachtelt liegt, der aus anders orientiertem $CaCO_3$ besteht, wodurch eine Dreiteilung entsteht, die eine entfernte Ähnlichkeit mit der $\gamma$-Struktur hat. Die beiden äußeren Partien, die an der Spitze zusammenlaufen, sind durch schmale Streifen geteilt, die in einem Abstande ihrer fünf- bis zehnfachen Breite aufeinander folgen und unter sich parallel sind. Sie bilden zur Längsrichtung einen Winkel von etwa 45° und zwar so, daß dasjenige Ende dieser Streifen, das am äußeren Rande des Gebildes endigt, dem stumpfen Ende desselben zugekehrt ist. Manchmal kann man beobachten, daß diese Streifen sich im mittleren Teile des Gebildes vereinigen und zwar nicht in einem spitzen Winkel, sondern in einem Bogen. Bei gekreuzten Nicols erkennt man eine höchst komplizierte kristallographische Struktur, die leider schon meist verwischt und in xenomorphe, authigene Kalzitkörner umgewandelt ist. Aus der Auslöschungsrichtung, die senkrecht zur Längsrichtung der Streifen läuft, erkennt man, daß diese nicht aus kristallographisch-einheitlichen Fasern besteht. Das hier beschriebene Gebilde ist 2,2 mm lang und am stumpfen Ende 0,4 mm breit. Am längsten erhalten hat sich noch die äußere

Form, und zwar nur der äußerste schmale Rand dieser Zigarrenform. Der innere Teil der Gebilde besteht dann aus derselben Substanz wie das allothigene Zement.

**9.** Das allothigene Zement, das hier Stützzement ist, besteht aus der sogenannten grauen Masse, die hier und da eine gelblich-bräunliche Färbung zeigt. Dieser Masse ist viel zoogener Kalksand beigemengt. Sehr häufig nun ist das allothigene Zement einer Verkieselung unterworfen; diese fällt dadurch auf, daß der $SiO_2$, deren mikrokristallin-unorientierter Charakter erst durch das Gipsblättchen Rot I. Ordnung festgestellt werden kann, fast zu 40 % noch $CaCO_3$-Relikte eingelagert sind. Bei gekreuzten Nicols sieht man ferner noch eine Reihe im Maximum 0,01 mm betragende Quarzkörnchen in der Verkieselungsmasse eingelagert. Die gelbbraune Färbung, die häufig im zerstreuten durchfallenden Lichte zu beobachten ist, zeigt noch an, daß Eisenoxydhydrat der Verkieselungssubstanz beigemengt ist. In den Schliffen Nr. 246 und 247, die von einem der drei Handstücke stammen, zeigt es sich, daß das allothigene Zement einer starken Umwandlung ausgesetzt gewesen ist und als körniger Kalzit vorliegt. Die Größe der einzelnen Körner schwankt im Mittel zwischen 0,01 und 0,004 mm. Schliff Nr. 240 wurde entkalkt und zeigte, daß die $SiO_2$-Masse, die die Verkieselung des allothigenen Zementes bedingt, in einer schaumigen Struktur hier vorliegt, ähnlich wie bei der Echinodermenbreccie von Gullerasen, wenn auch nicht in so typischer Ausbildung.

**10.** Ankristallisationen fehlen den Echinodermenskeletttrümmern. Ganz ausnahmsweise ist in Nr. 245 eine solche zu sehen, die aber wohl anderen Ursprunges als die eigentlichen Ankristallisationen ist.

**11.** Authigenes Zement fehlt. — Außer in den Pseudomorphosen kommen keine authigenen, xenomorphen Kalzitkörner vor.

**12.** Über das Vorkommen und die Ausbildung der $SiO_2$ im allothigenen Zemente wurde schon gesprochen. Die kleinen dort erwähnten Quarzkörnchen sind sicher authigenen Ursprunges, denn sie fehlen fast ganz im allothigenen Zemente, das keiner Verkieselung unterworfen war. Verkieselung der organogenen Trümmer wurde nicht beobachtet.

**13.** Pyrit kann in Körnern oft beobachtet werden, z. B. in Nr. 240 und 244.

**14.** Glaukonit fehlt diesem Gesteine.

**15.** Gelbes und braunes Eisenoxydhydrat ist in einigen Schliffen in Form von Mikroadern zu beobachten; ferner sehr häufig in Form von Fetzen im allothigenen Zemente. Als Interpositionen in den Echinodermenskeletttrümmern spielt es eine sehr geringe Rolle.

**16.** Trübe Medien treten nicht selbständig in diesem Gesteine auf.

**17.** Von anderen bestimmbaren Mineralien wurden im allothigenen Zemente nur feine Nadeln eines farblosen Glimmers gefunden.

**18.** Bei Beschreibung der Echinodermenskeletttrümmer wurde auf eine gelblich-bräunliche Substanz hingewiesen, die anscheinend die Gitterstruktur in die Erscheinung ruft und besonders als Fetzen im Echinodermenskeletttrümmer lagernd zu beobachten ist. Bei gekreuzten Nicols scheinen diese Partien vorwiegend amorph zu sein und hellen nur in ganz winzigen Schüppchen auf. Nach Einführung des Gipsblättchens Rot I. Ordnung erweist

sich aber die ganze Masse als doppelbrechend. Bei gekreuzten Nicols haben die doppeltbrechenden Partien dieser Substanz das Aussehen von $SiO_2$. Warum sie nun im zerstreuten durchfallenden Lichte eine so eigenartige Färbung zeigen, ist schwer zu sagen. Außer in den Echinodermenskeletttrümmern wurde diese Substanz nirgends beobachtet, denn da wo sich im zerstreuten durchfallenden Lichte das allothigene Zement als gelblich-bräunlich gefärbt zeigte, erwies sich diese Färbung immer als durch Eisenoxydhydrat in Form von feinen Interpositionen bedingt.

# V. Klasse.

## XXX.

### Echinodermenbreccie von Faxe (Dänemark, Seeland, Amt Prästö) aus dem Danien, obere Kreide.

38 Makroskopisch betrachtet handelt es sich um einen ziemlich grobkörnigen Kalkstein, der auf frischem Bruche Echinodermenskeletttrümmer in einer dichten, durch Eisenoxydhydrat rotgefärbten Grundmasse lagernd erkennen läßt. Es wurden sechs Schliffe untersucht, Nr. 124, 124a, 124b, 125, 125a, 125b, die von einem Handstücke stammen, das in der Geologisch-Paläontologischen Sammlung der Berliner Universität liegt. Unter dem Mikroskope zeigt sich, daß es sich um einen zoogenen Kalkstein handelt, der in einer eigenartigen Form hier vorliegt. Echinodermenskeletttrümmer verschiedener Größe und Form liegen meist frei in einem kristallinischen Kalzitzemente. Eisenoxydhydrat ist reichlich und dicht verteilt. Über die einzelnen Komponenten ist folgendes zu sagen:

**1.** Die Größe und Form der Echinodermenskeletttrümmer ist sehr variabel. In Nr. 125 ist der größte hierhergehörige Trümmer ein Stielgliedquerschnitt mit pentagonalem Nahrungskanale. Der Durchmesser des Stielgliedes beträgt 3 mm und der des Nahrungskanales, gemessen von einer Zacke bis zur gegenüberliegenden Bucht, 0,88 mm. Der kleinste Trümmer im selben Schliffe hat einen Durchmesser von 0,3 mm. Der Erhaltungszustand dieser Trümmer, die im Maximum 50 % des Gesteines ausmachen, ist sehr variabel. Alle sind durch Interpositionen etwas gefärbt. Daneben kann man auch eine leichte gelbliche Eigenfärbung an einigen dieser Trümmer sehen. Von der primären Gitterstruktur ist nichts mehr zu sehen. Dagegen ist durch einen weitgehenden Vererzungsprozeß sekundär wieder die Gitterstruktur hervorgetreten. Diese ist in der überwiegenden Mehrzahl der zu beobachtenden Fälle die negative. Es fällt auf, wie verschieden weit fortgeschritten der Vererzungsprozeß in nahe beieinander liegenden Trümmern ist. Fast alle Echinodermenskeletttrümmer haben einen dünnen Saum aus Eisenoxydhydrat, der so den Trümmer einschließt, einerlei, ob eine Ankristallisation vorhanden ist oder nicht. Dann bemerkt man, daß der Saum breiter wird und Interpositionen aus Eisenoxydhydrat im Trümmer selbst auftreten. Diese verdichten sich zu einer Gitterstruktur, die zuerst nur partienweise auftritt und sich dadurch auszeichnet, daß sie ein starkes Gitternetz aus Eisenoxydhydrat bei kleinem eingeschlossenen Kalzitkorne zeigt. Endlich tritt die Gitterstruktur im ganzen Gebilde auf und wird dann zuletzt so dicht, daß fast der ganze Trümmer nur aus Eisenoxydhydrat besteht. Dieses letzte Stadium ist nur von vereinzelten

Trümmern erreicht worden. Ankristallisationen fehlen mehr als drei Vierteln der Echinodermenskeletttrümmer. Bei wenigen erreichen sie ein bedeutenderes Ausmaß, so ist z. B. in Nr. 124 ein halbmondförmiger Trümmer zu sehen, dessen Breite 0,7 mm beträgt, an die sich dann eine Ankristallisation von 0,6 mm Breite legt. Es besteht ein gewisses Verhältnis zwischen dem Grade der Vererzung und der Ausdehnung der Ankristallisationen, das ein umgekehrt proportionales ist. Da, wo ein Trümmer große Ankristallisation zeigt, ist nur ein fadenförmiger Saum aus Eisenoxydhydrat um den Trümmer zu beobachten, der diesen von jener trennt. Es ist zwar schwer den Grund dieser Abhängigkeit zu erklären, sie ist aber in allen Schliffen deutlich zu beobachten. Polysynthetische Zwillingslamellierung ist häufig an den Echinodermenskeletttrümmern zu beobachten.

**2.** Bryozoenskeletttrümmer fehlen diesem Gesteine.

**3.** Foraminiferenskelette, die ihre primäre kristallographische Struktur erhalten hätten, fehlen diesem Gesteine.

**4.** In Nr. 124 ist ausnahmsweise ein Längsschnitt durch einen Trümmer der Stäbchenschicht zu beobachten. Der ganze Trümmer ist von einem fadenförmigen Saume von Eisenoxydhydrat umgeben. Der Trümmer ist einer starken Umwandlung unterworfen gewesen. Die einzelnen Stäbchen schließen sich meist zu größeren Kristallen zusammen.

**5.** Andere organogene Trümmer fehlen diesem Gesteine.

**6.** Ooide fehlen diesem Gesteine.

**7.** Mikrogerölle fehlen diesem Gesteine.

**8.** Paramorphosen von weißen Kalzitkristallen nach unbekannten Organismen können einige Male beobachtet werden. Sie heben sich von dem sie umgebenden Zemente nur durch einen fadenförmigen Eisenoxydhydratsaum ab, dessen Verlauf die Grenzen des ursprünglich hier gewesenen organogenen Trümmers anzeigt.

**9.** Allothigenes Zement, sei es aus mikrokristallin-unorientiertem $CaCO_3$ oder aus der sogenannten grauen Masse, sei es in Form von organogenem Kalksande, fehlt diesem Gesteine.

**10.** Über die wenigen Ankristallisationen an die Echinodermenskeletttrümmer ist nichts weiter zu sagen, als daß sie auch stets eine leicht trübe, durch Interpositionen bedingte Färbung zeigen.

**11.** Das einzige hier auftretende Zement besteht aus xenomorphen Kalzitkörnern, deren mittlerer Durchmesser zwischen 0,6 und 0,01 mm schwankt. Diese Grenze wird aber sowohl nach oben wie nach unten überschritten. Dieses Zement ist nicht nur Lückenzement, sondern manchmal direkt Stützzement. Es hat niemals die reine, weiße Farbe der gewöhnlichen authigenen Kalzitkristalle, sondern die einzelnen Körner sind leicht durch Interpositionen getrübt. Diese leichte Trübung ist nur um weniges heller als die der Echinodermenskeletttrümmer, soweit diese nicht vererzt sind. Aus allem diesem muß man schließen, daß die xenomorphen Kalzitkörner nicht eigentlich authigenen Charakters in dem früher gebrauchten Sinne, sondern daß es Umwandlungsprodukte eines wahrscheinlich teilweise allothigenen Zementes sind.

**12.** Quarzkörner fehlen diesen Schliffen, ebenso alle Verkieselungserscheinungen.

**13.** Pyrit fehlt diesen Schliffen.

**14.** Glaukonit fehlt diesen Schliffen.

**15.** Eisenoxydhydrat ist im Gesteine sehr verbreitet. Es kommt erstens als staubartige Trübung sowohl in den Echinodermenskeletttrümmern als auch in den xenomorphen Kalzitkörnern des Zementes vor; zweitens als Säume um alle organogenen Trümmer und um die wenigen Paramorphosen; drittens als Gitterstruktur; viertens als Fetzen, entstanden durch zunehmende Vererzung in den Echinodermenskeletttrümmern. Es hat stets eine gleiche braunrote Färbung.

**16.** Ob ein Teil der Trübung der Echinodermenskeletttrümmer auf andere Medien zurückzuführen ist, ist wahrscheinlich, aber nicht sicher zu sagen.

**17.** Andere bestimmbare Mineralien fehlen diesen Schliffen.

**18.** Problematika wurden nicht beobachtet.

## XXXI.

### Echinodermenbreccie von Adnet bei Salzburg (Österreich) aus dem ostalpinen Lias.

Makroskopisch betrachtet handelt es sich um einen grobkristallinen Kalkstein, der 39
auf frischem Bruche zeigt, daß er aus rosagefärbten Echinodermenskeletttrümmern und diese verbindenden milchweißen Kalzitkristallen besteht. Es wurden nur zwei Dünnschliffe untersucht, Nr. 263 und 264, die von einer Gesteinsprobe stammen, die ich der Liebenswürdigkeit des Herrn Professor Dr. Stremme verdanke, und von einem in seinem Besitze befindlichen Handstücke stammt. Unter dem Mikroskope sieht man, daß das Gestein nur aus Echinodermenskeletttrümmern besteht, die ziemlich dicht beieinander liegen und lediglich nur durch ihre Ankristallisation verbunden sind. Über die einzelnen Komponenten ist folgendes zu sagen:

**1.** Da das Gestein sehr brüchig ist, zerrissen die Schliffe und konnten daher nicht so dünn geschliffen werden, wie es wünschenswert gewesen wäre. Man kann bei den Echinodermenskeletttrümmern dreierlei Färbung unterscheiden. Einmal eine durch Interpositionen bedingte leicht gräuliche Trübung. Bei starker Vergrößerung erweisen sich diese Interpositionen als opake schwarze Körnchen unbestimmbarer Herkunft. Selten nur sind es Eisenoxydhydratschüppchen. Innerhalb dieser lichtgräulich gefärbten Trümmer findet man dann bald fleckenweise, bald regelmäßig geformt Partien von einer lichtgelblich-bräunlichen Eigenfärbung, die scheinbar den primären Trümmer darstellen. Diese Partien sind häufig in der gleichen Weise wie oben angegeben mit Interpositionen durchsetzt. Endlich findet man Lücken mit reinem, weißem Kalzite angefüllt, der immer optisch gleich-orientiert mit einem danebenliegenden Trümmer ist, einerlei, ob dieser nur die durch Interpositionen bedingte Trübung oder daneben auch die Eigenfärbung hat. So kann man bei gekreuzten Nicols erkennen, daß ein optisch-einheitliches Individuum da vorliegt, wo man im zerstreuten durchfallenden Lichte drei verschiedene Färbungen sieht. Während nun die beiden ersten Färbungen in fast jedem optisch-einheitlichen Individuum zu finden sind, ist die letztere, die rein weiße, selten. Gitterstruktur ist sehr selten und nur andeutungsweise zu beobachten und zwar stets nur innerhalb derjenigen Partien, die die gelbliche Eigenfärbung zeigen. Während nun die Partien, die diese Eigenfärbung haben, meistens regelmäßige Gestalt annehmen, die oft die Form von Stielgliedern hat, haben die durch Interpositionen gräulich gefärbten Partien, die die ersteren meistens umgeben, eine sehr unregelmäßige Gestalt. Es scheint, daß diese Partien als Ankristallisationen anzusprechen sind, während die rein weißen Partien als Ankristallisation in zweiter Generation dann gedeutet werden müssen. Man kann sich die Bildung dieses Gesteines folgendermaßen vorstellen. Ziemlich locker gelagerte

Echinodermenskeletttrümmer, die jetzt nur noch teilweise in den Partien von lichtgelblicher Eigenfärbung vorliegen, wurden durch Ankristallisationen zu einem Gesteine verbunden. Bei der Umwandlung, der dieses Gestein unterworfen war, wanderten in die Ankristallisationen früher in den Echinodermenskeletttrümmern gelagerte Verunreinigungen ein, wodurch diese Ankristallisationen ihre Trübung erhalten haben, denn man kann sich schwer vorstellen, woher diese sonst ihre Interpositionen herhaben sollten, da jede Spur eines allothigenen Zementes fehlt. Die Ankristallisationen erfüllten nicht allen Raum zwischen den Echinodermenskeletttrümmern, einige wenige Lücken blieben nach. Diese wurden dann in einem späteren Stadium durch Ankristallisationen zweiter Generation mit reinem, weißem Kalzite ausgefüllt. Polysynthetische Zwillingslamellierung, die häufig zu beobachten ist, durchsetzt gleichmäßig, wo vorhanden, alle drei Partien der Komponenten. Die Größe der optisch-einheitlichen Kalzitkörner ist im Mittel zwischen 2,1 und 1,2 mm anzugeben. Es gibt aber sowohl größere wie kleinere Individuen. Die Größe der eigentlichen Echinodermenskeletttrümmer kann nicht mehr festgestellt werden, da die Partien mit der lichtgelblichen Eigenfärbung sicher nur Teile von ihnen repräsentieren und namentlich ihre Grenzen zu den Ankristallisationen erster Generation verwischt sind.

**2.—12.** Die sub diesen Nummern beschriebenen Komponenten fehlen diesen Schliffen.

**13.** Außer den Echinodermenskeletttrümmern und ihren Ankristallisationen kann man in Nr. 263 noch einige ca. 0,04 mm im Durchmesser messende Pyritkörner beobachten.

**14.—18.** Die sub diesen Nummern beschriebenen Komponenten fehlen diesen Schliffen.

# VI. Klasse.

## XXXII.

### Echinodermenbreccie vom Sichternplateau bei Liestal (Schweiz, Kanton Baselland), Obere Krinoidenbank mit Pentacrinus Leuthardti — Liegendes der Variansschichten — aus dem Hauptrogenstein des Doggers.

Makroskopisch betrachtet handelt es sich um einen mergeligen Kalkstein, der auf 40—43
frischem Bruche nur so glitzert von Spaltflächen der Krinoidenskeletttrümmer, die meistens aneinander stoßen und nur wenig mergeliges Bindemittel zwischen sich gelagert zeigen. Meine Handstücke, die ich von Herrn Dr. Leuthardt durch Vermittlung von Herrn Dreyer käuflich erworben habe, waren leider stark verwittert. Die Verwitterungsflächen zeigen stets eine Menge ausgewitterter Stielglieder. Es wurden 38 Schliffe untersucht, darunter zwei Schliffserien: Erste Serie senkrecht zur Schichtung, Schliffe Nr. 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89; zweite Serie parallel zur Schichtung, Schliffe Nr. 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98 und 99; weiter vier große Schliffe, die etwa 6 auf 8 cm Gesteinsfläche zeigen und von denen Nr. 100 und 101 senkrecht, 102 und 103 parallel zur Schichtung liegen. Endlich wurden noch vier unorientierte Schliffe, Nr. 70a, 70b, 71a und 71b, durch möglichst frisches Gestein gelegt, untersucht. Unter dem Mikroskope zeigt es sich, daß das Gestein ausschließlich aus Echinodermenskeletttrümmern aufgebaut ist. Die Lagerung der Komponenten ist eine ungewöhnlich dichte, derart, daß die Lücken zwischen größeren Trümmern durch kleinere ausgefüllt sind. Die naturgemäß trotzdem nachgebliebenen Lücken sind in der Hauptsache durch Ankristallisationen und nur hier und da durch die sogenannte graue Masse ausgefüllt. Aber relativ spielt diese als Zement eine sehr geringe Rolle in diesem Gesteine. Die beiden Schliffserien, die in bestimmter Orientierung zur Lagerung des Gesteines ausgeführt wurden, zeigen, daß im großen und ganzen in denjenigen, die senkrecht zur Ablagerungsfläche liegen, mehr Querschnitte durch Stielglieder und in denjenigen, die parallel zur Ablagerungsfläche liegen, mehr Längsschnitte durch Stielglieder zu beobachten sind. Dies entspricht dem Bilde, das uns die Auswitterungsflächen bieten. Auf die Komponenten übergehend ist folgendes zu sagen:

**1.** So variabel die Form und Größe der Echinodermenskeletttrümmer ist, so wenig variabel ist ihr Erhaltungszustand. Im Schliffe sieht man verschiedenartig geformte Partien, die bei einer grauen Färbung manchmal die negative Gitterstruktur zeigend, von einem Bande wechselnder Breite aus wasserhellem Kalzite umgeben sind. Selbst da, wo die negative Gitterstruktur, hervorgerufen durch die sogenannte graue Masse, deutlich erhalten ist, ist

der Kalzit der Poren mehr oder weniger durch Interpositionen grau gefärbt. Beim Verlöschen der Gitterstruktur wird diese graue Färbung immer gleichmäßiger, bis die ganze Partie gleichmäßig grau ist und, um einen trivialen Vergleich zu gebrauchen, wie mit Pfeffer bestreut erscheint. Optisch ist natürlich die ganze Partie einheitlich-orientiert. Bei starken Vergrößerungen und bei gekreuzten Nicols erkennt man, daß hier und da noch Körnchen von mikrokristallin-orientiertem $CaCO_3$ in dem einheitlichen Kalzite eingelagert sind. Aber diese Partien stehen in gar keinem Verhältnisse zu der Menge sich häufender Interpositionen. Sie dürften als Überreste der sogenannten grauen Masse der Gitterstruktur aufzufassen sein. Entkalkungsversuche verliefen meist wenig günstig. Zwar konnte man stets, wenn der Versuch mit der nötigen Vorsicht gemacht wurde, einen Rückstand beobachten, aber derselbe konnte nie als Gitterstruktur angeordnet beobachtet werden, und außerdem war der Rückstand im entkalkten Schliffe in viel geringerer Menge vorhanden, als man vor der Entkalkung erwartet hatte. Da das Gestein eine geringe Festigkeit besitzt, ist das Abdecken der Schliffe, die auf die übliche Art und Weise hergestellt waren, sehr schwierig. Es müßten daher extra zu Entkalkungsversuchen bestimmte Schliffe ohne Deckgläschen hergestellt werden. Es ist aber immer mißlich, wenn man nicht jede gewünschte Partie entkalken kann, sondern hierbei vom Zufalle abhängig ist. Aus den mehr oder weniger gelungenen Entkalkungsversuchen geht hervor, daß die graue Färbung der Trümmer zum Teil wohl auf trübe Medien als Interpositionen zurückzuführen ist, zum Teil wohl aber auch eine Lichtbrechungserscheinung ist. Über die Natur der Interpositionen konnte ich mir auch durch Färben keine Aufklärung verschaffen. In den Schliffen der Serienschnitte, die, wie schon gesagt, durch ziemlich verwittertes Gestein gelegt waren, hatten die grauen Partien der Trümmer meistens noch einen gelblich-bräunlichen Farbenton, der wohl auf Eisenoxydhydrat zurückzuführen ist.

Die grau gefärbten Partien der einzelnen Trümmer sind stets von gleich-orientiertem, mehr oder weniger breitem, hellem Kalzite umgeben. Anfangs hielt ich diesen für Ankristallisation. Dafür sprach nicht nur die Art seines Auftretens und seine Form, sondern auch, daß er so gut wie gar keine Interpositionen hat. Aber die Verhältnisse liegen hier nicht so einfach, daß die grauen Partien die Echinodermenskeletttrümmer und die weißen Ankristallisationen wären. Der Übergang zwischen der grauen Partie zur weißen ist auch nur in einem geringen Teile der Fälle eine scharf begrenzte. In diesen dürfte dann auch wohl hier die Grenze zwischen Echinodermenskeletttrümmer und Ankristallisation liegen. In der Mehrzahl der zu beobachtenden Fälle sieht man aber ein Verblassen der grauen Färbung in Form einer allmählich gegen die weißen Partien zu abnehmenden Verteilung der Interpositionen. Es ist fraglos, daß hier ein Umkristallisationsprozeß vorliegt. Es ist nun folgende Tatsache zu beobachten. Da, wo die Herkunft des Echinodermenskeletttrümmers einigermaßen sicher ist, wo es sich z. B. um einen Stielgliedquerschnitt handelt, der so zerbrochen wäre, daß im vorliegenden Trümmer etwa drei Viertel desselben inkl. des Nahrungskanales vorhanden wären, wird das Verlöschen der grauen Färbung nur da beobachtet werden können, wo der Bruch läuft, während am Rande des Stielgliedes die graue Trübung sich scharf gegen die Ankristallisation hin abhebt.

Was nun die einzelnen Echinodermenskeletttrümmer betrifft, so ist die morphologische Herkunft der meisten nicht anzugeben. Bei einigen ist dies aber doch noch möglich. Ich möchte hier kurz solche beschreiben. Da sind vor allem die Querschnitte durch die Glieder der Stiele und der Arme zu erwähnen. Von denen durch die Stielglieder kann man zwei Arten auseinanderhalten. Die größere Form kann in Nr. 74, 78, 88, 90 und 94 in mehr oder weniger unzerbrochener Form beobachtet werden. Ganz intakt ist sie im Schliffe 88 41
zu sehen. Ihre Form ist eine zackig-pentagonale. Die Länge von einer Zackenspitze bis zur gegenüberliegenden Buchtung zwischen zwei Zacken beträgt 2,4 mm. Der Abstand von einer Zacke zur nächsten 1,76 mm, derjenige zur zweitnächsten 2,8 mm, derjenige von einer Buchtung zur nächsten 1,2 mm und zur zweitnächsten 1,5 mm. Die Maße sind mittlere Werte, aus je fünf Messungen gewonnen. Der Nahrungskanal ist hier doppelt angedeutet. Zuerst liegt in der Mitte ein weißes rundes Loch von 0,087 mm Durchmesser, das ein Ring von 0,05 mm Breite umgibt. Dieser ist ein wenig durch Interpositionen getrübt, aber hebt sich noch immer scharf von dem eigentlichen Echinodermenskeletttrümmer ab. Der Abstand vom Ende dieses Ringes bis zu einer Zackenspitze beträgt 1,35 mm und bis zu einer Buchtung 0,88 mm. Das ganze Gebilde, das durch Interpositionen tiefgrau gefärbt ist, zeigt etwas von seiner biologischen Struktur, die an die Abbildungen Stelzners erinnert. Die fünf Blattfelder sind durch hellere Färbung zu erkennen. Sie zeigen bei starker Vergrößerung eine feinmaschigere Gitterstruktur als die Zwischenfelder, die eine gröbere aufweisen. Die Gitterungen sind undeutlich erhalten. Die ovalen Blattfelder sind von einem dunklen Saume umgeben, der aus zinkenartigen rechteckigen Partien, die radial angeordnet sind, zu bestehen scheint, was stellenweise noch zu beobachten ist. Dieses Stielglied zeigt nur einen schmalen Saum einer Ankristallisation. Dagegen ist in einer Zacke innerhalb der Partie des Saumes um das ovale Blattfeld eine beginnende Umkristallisation, die gerade dadurch die Zinken hervortreten läßt, zu sehen. Ein ähnlicher Umkristallisationsprozeß ist an einem anderen Stielgliede in Nr. 78 besonders gut zu beobachten. Hier ist ein Zwischenfeld fast ganz in klaren, weißen Kalzit umgewandelt. Ein anderes zeigt die beginnende Umwandlung in der dem Nahrungskanale zugewandten Partie. Ebenso hellt ein Blattfeld auf und ein anderes zeigt auch eine weiße Partie, die dem Nahrungskanale zugekehrt ist. Weiter bestehen die Spitzen zweier Zacken aus weißem Kalzite. Hier ist es nun nicht mehr ganz sicher zu sagen, ob es sich um Ankristallisation oder Umkristallisation handelt. Die pentagonale Form ist fast ganz erhalten, die Ankristallisation nur als schmaler Saum um den ganzen Trümmer zu beobachten. Dieses Vorkommen des reinen weißen Kalzites bei den Echinodermenskeletttrümmern zeigt, daß man zweierlei Ursprung für ihn in diesem Gesteine annehmen muß.

Die zweite Art von Querschnitten durch Stielglieder, die auch pentagonale Form haben, zeichnet sich dadurch aus, daß die Buchtung eine viel flachere ist, die Zacken also auch viel weniger vorspringende sind. Gut erhaltene Exemplare dieser Form kann man in Schliff Nr. 77 und 81 beobachten. Der hierhergehörige Trümmer in Nr. 81 hat folgende Maße. Das zentrale Korn des Nahrungskanales mißt 0,037 mm. Der es umgebende Ring 40
hat eine Breite von 0,06 mm, der Abstand vom Ende des Ringes zur Spitze einer Zacke

beträgt 1,2 mm und zum nächstliegenden Punkte der Buchtung 0,9 mm. Die beiden letzteren Maße sind in dem Individuum Nr. 77 noch prägnanter, nämlich 1,3 und 1,08 mm. Der Trümmer in Nr. 81 zeigt nur einen schmalen Saum von Ankristallisation, dagegen sind in zwei von seinen Zacken die Blattfelder und das dazwischen liegende Zwischenfeld bis zur Hälfte des Abstandes vom Rande des Gebildes bis zum Nahrungskanale in weißen Kalzit umgewandelt. Aus ihm ragen nur hervor die rechteckigen Zinken, die die dunkelgraue Färbung der unumgewandelten Partien des Trümmers haben. Gerade diese nachgebliebenen, schwimmenden Zinken beweisen, daß es sich um keine Ankristallisation, sondern um eine Umkristallisation handelt, die die einzelnen Teile der biologischen Struktur verschieden angegriffen hat. Sonst ist die biologische Struktur in diesen beiden Trümmern fast gänzlich verlöscht, man kann die Blattfelder nur noch erraten. Eine gleichförmige dunkle Trübung verwischt fast jede Spur von ihnen.

In allen Schliffen der Serie senkrecht zur Schichtungsfläche, und auch in manchen der anderen Serie, kann man kreisrunde Schnitte mit einem Nahrungskanale von 0,08 und 0,04 mm Durchmesser beobachten. Der Durchmesser dieser Gebilde, die wohl Querschnitte durch Arme sind, wechselt und beträgt im Mittel etwa 0,6 mm. Einige haben nur 0,4 mm Durchmesser, andere 0,8 bis 0,98 mm.

Längsschnitte durch mehrere dicht hintereinanderliegende Stielglieder derart, daß die Ankristallisationen sich direkt berühren, wodurch manchmal mehrere Stielglieder zu einer optisch-einheitlichen Partie zusammengefaßt werden, sind oft zu beobachten, besonders in der Serie parallel zur Schichtfläche. In Nr. 95 ist ein Längsschnitt durch zwölf Stielglieder zu beobachten, die dicht hintereinander liegen und nur durch einen schmalen Saum von Ankristallisation getrennt sind. Ihre primäre, etwas gedrehte Stellung ist dadurch zu beobachten, daß die einzelnen Glieder kontinuierlich, mit einer Ausnahme, eines nach dem anderen beim Drehen des Tisches bei gekreuzten Nicols auslöschen. Bei zweien dieser Stielglieder ist im Schnitte der Nahrungskanal getroffen, der hier 0,14 mm breit ist. Die Breite der Stielglieder selbst schwankt, gleichmäßig abnehmend, zwischen 1,32 und 0,8 mm. Die Höhe ist dagegen scheinbar unabhängig von der Breite und schwankt zwischen 0,98 und 0,8 mm. Von der feineren biologischen Struktur ist hier nichts mehr zu sehen, vielmehr haben die einzelnen Stielglieder eine graue Färbung mit gelblich-bräunlicher Tönung. Im selben Schliffe be-
42 findet sich ein Schnitt durch acht hintereinanderliegende, nur durch schmale Partien der Ankristallisation getrennte Stielglieder. Ihre Breite beträgt 1,36 mm, ihre Höhe ca. 0,68 mm. Umkristallisation, ausgehend von den verbindenden Partien der Ankristallisation zwischen zwei Stielgliedern, verwischt die genaue Grenze. Bei diesen Stielgliedern ist etwas von der feineren biologischen Struktur zu sehen. Man kann sehen, daß die Stielglieder in der Richtung ihrer Breite aus fünf Partien bestehen, von denen die beiden äußersten und die mittlere dieselbe Struktur aufweisen und wiederum die zweite und vierte Partie, die zwischen den äußersten und der mittleren liegen, die gleiche. Der Höhe nach gehen die Strukturen gleich durch die ganzen Stielglieder, und ihre Grenzen untereinander sind annähernd gerade Linien. Was die Breite der einzelnen Partien betrifft, so sind die beiden äußersten schmaler als die

drei inneren, die annähernd gleich breit sind. Über die Form der biologischen Struktur läßt sich hier nichts sagen, dazu ist diese zu verwischt. Es sind nur noch Helligkeitsunterschiede, die jene fünffache Teilung erkennen lassen. In Nr. 86 befindet sich ein Längsschnitt durch drei auf die früher beschriebene Art zusammenhängende Stielglieder, deren Breite 1,4 und deren Höhe 0,56 mm beträgt. Hier ist dieselbe Teilung zu beobachten, nur mit dem Unterschiede, daß die Breite der zweiten und vierten Partie die beträchtlichste ist, während die drei anderen Partien, unter sich gleichbreit, schmaler sind. Hier kann man auch etwas von der feineren biologischen Struktur erkennen. Es scheint, daß die zweite und vierte Partie eine Gitterstruktur haben, die in Reihen parallel und senkrecht zur Breite des Stielgliedes angeordnet ist, während die mittlere Partie eine grobmaschigere Gitterstruktur von unregelmäßigem Aufbau zeigt. Diese Gitterstrukturen sind immer negativ. Die äußeren Partien zeigen nur sehr undeutlich Spuren einer Gitterstruktur, die derjenigen der mittleren Partie ähnlich gewesen zu sein scheint.

Längsschnitte durch hintereinanderliegende Armglieder sind natürlich auch oft zu beobachten, besonders in der Serie parallel zur Schichtung. Doch trifft man selten drei bis vier Armglieder in dieser Art zusammenhängend. Die meisten liegen einzeln. Irgend etwas von der primären biologischen Struktur ist nicht mehr zu sehen, höchstens nur noch Andeutungen einer negativen Gitterstruktur.

Einige Echinodermenskeletttrümmer sind hier noch zu erwähnen, deren anatomische Herkunft nicht anzugeben ist. In Nr. 100 und 103 kommt eine Art von Gebilde vor, von denen kleinere Bruchstücke auch in den Schliffen Nr. 77, 78, 81, 83, 85, 95, 97 und 99 zu beobachten sind. Statt einer Beschreibung dieser komplizierten eigenartigen 43
Trümmer verweise ich auf die Abbildungen. Die optische Lage dieser Gebilde ist so, daß man im konvergenten Lichte bald mehr, bald weniger von einem Balken und den dazugehörigen farbigen Ringen des Achenbildes des Kalzites sehen kann. Außer den geringen Abweichungen der Auslöschungsrichtung kann man erkennen, daß hier primär optisch selbständige Individuen durch die hellen Ankristallisationen zu einem Gebilde zusammengeschweißt sind. An dieser Stelle sei noch erwähnt, daß die oben beschriebenen Querschnitte durch Glieder des Stieles und der Arme stets das Achsenbild des Kalzites trotz der starken Trübung zeigten, während man in den Längsschnitten durch jene Gebilde nichts von einem Achsenbilde sehen konnte.

In fast allen Schliffen kann man eine andere Art von Gebilden sehen, die eine 40, 41
Gestalt haben, die zwischen der eines geöffneten Zirkels mit spitzem Winkel und der des bekannten Wiener Gebäckes — Kipfel genannt — schwankt. Die Schenkel dieser „Hörnchen“, wie ich sie nennen will, sind bald gerade, wie beim Zirkel, bald etwas nach außen gebogen, wie beim Kipfel. Der ideale Winkel ist sehr variabel und schwankt im Mittel zwischen 15 und 45°. Ebenso schwankt ihre Mächtigkeit sehr. Während ihre Gestalt sich manchmal von der Spitze zum Scheitel nur wenig verbreitert, tut sie es bei anderen sehr, so daß der Scheitel zu einer halbkreisförmigen Scheibe wird, die zwei relativ kleine Spitzen aussendet. Der Erhaltungszustand dieser Trümmer ist ganz der aller anderen Echinodermen-

skelettrümmer. Stets sind sie von Ankristallisationen umgeben, die auch meist die Partien zwischen ihren Schenkeln ausfüllen. Die Größe dieser Gebilde schwankt auch sehr, im Mittel etwa zwischen 0,8 und 0,2 mm. Ihr Auftreten ist überaus häufig. Man kann sagen, daß sie an Raum etwa 25 % aller Komponenten im Schliffe einnehmen.

Endlich sei aber noch eine Art Gebilde erwähnt, die hier und da auftritt, so z. B. in Nr. 97 und 91. Es sind dies größere Partien im Dünnschliffe, die aus krummen vielkantigen Platten zusammengesetzt sind. Die Größe derselben schwankt zwischen 0,8 und
43 0,12 mm, ist aber für jede Anhäufung der Platten ziemlich gleich. Die Platten zeigen eine verwischte negative Gitterstruktur und sonst dieselbe graue, mit gelblich-bräunlicher Tönung versehene Färbung. Ankristallisationen umgeben nur in dünnen weißen Säumen die zusammenliegenden Platten.

**2.—7.** Die unter diesen Rubriken beschriebenen Gebilde fehlen diesem Gesteine.

**8.** Unter allen Schliffen konnte man nur in Nr. 74, 75 und 100 kleine Reste anderer Komponenten finden, die als Paramorphosen nach unbekannten Organismenskeletten zu bezeichnen sind. Sie bestehen aus der sogenannten grauen Masse.

**9.** Allothigenes Zement in Form der sogenannten grauen Masse tritt fast in allen Schliffen hier und da auf. In den Schliffen Nr. 71a und 71b sind größere Partien zu beobachten. Schliff Nr. 70a wurde nach der bekannten Versuchsanordnung mit Methylenblau gefärbt. Die sogenannte graue Masse des allothigenen Zementes hatte bedeutend mehr Farbstoff zurückbehalten als die Echinodermenskeletttrümmer. Während man nun schon in denjenigen Schliffen, die durch möglichst frisches Gestein gelegt waren, im allothigenen Zemente Eisenoxydhydratpartikelchen sehen kann, nehmen diese in denjenigen Schliffen, die durch mehr verwittertes Gestein gelegt sind, so überhand, daß sie zusammenhängende Fetzen von rotbrauner Farbe bildend, etwa drei Viertel des allothigenen Zementes verdrängt haben.

**10.** Über die Ankristallisationen ist schon alles Wesentliche gesagt worden. Der dichten Lagerung wegen spielen sie räumlich keine große Rolle, bilden aber mehr als neun Zehntel allen Zementes.

**11.** Allothigene, xenomorphe Kalzitkörner selbständigen Charakters fehlen diesem Gesteine wohl ganz. Wo scheinbar ein weißes, xenomorphes Kalzitkorn liegt, dürfte es sich um eine Ankristallisation oder Umkristallisation handeln, deren Echinodermenskeletttrümmer über oder unter dem Schliffe im Raume liegen.

**12.** Kleine 0,01 mm im Maximum messende allothigene Quarzkörner konnten hier und da im allothigenen Zemente beobachtet werden. Verkieselungen kommen in diesen Schliffen nicht vor.

**13.** Kleine Pyritkörnchen konnten nur sehr selten beobachtet werden.

**14.** Glaukonit fehlt diesem Gesteine.

**15.** Gelbes bis braunes Eisenoxydhydrat spielt in den Schliffen, die durch angewittertes Gestein gehen, eine große Rolle. Nicht nur, daß es den $CaCO_3$ des allothigenen Zementes

fast gänzlich verdrängt hat, sondern es ist auch in die Echinodermenskeletttrümmer in Form von feinen Interpositionen eingedrungen. Außerdem kommt es in Form von Mikroadern zwischen den Komponenten vor.

**16.** Die große Rolle, die die trüben Medien in den Echinodermenskeletttrümmern spielen, wurde schon erwähnt. Genaueres ist über ihre Natur nicht zu sagen.

**17.** Andere bestimmbare Mineralien fehlen diesen Schliffen.

**18.** Problematika wurden nicht beobachtet.

## XXXIII.

## Echinodermenbreccie von Besançon, genannt Pierre à Entroques (Frankreich), aus dem Dogger des Kettenjura.

47 Makroskopisch betrachtet handelt es sich um einen grauen Kalkstein, der auf frischem Bruche erkennen läßt, daß er fast ganz aus Echinodermenskeletttrümmern aufgebaut ist. Das Lückenzement enthält Eisenoxydhydrat. Es wurde leider nur ein Schliff, Nr. 1, untersucht, der von einem Handstücke stammt, das der Geologischen Sammlung der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich gehört. Unter dem Mikroskope sieht man, daß das Gestein nur aus sich berührenden, sehr dicht gelagerten Echinodermenskeletttrümmern besteht, die etwas Ankristallisation zeigen und die durch ein allothigenes Lückenzement zu einem Gesteine zusammengeschlossen sind. Über die einzelnen Komponenten ist folgendes zu sagen:

**1.** Die Echinodermenskeletttrümmer bilden etwa 90% des Gesteines. Ihre Größe schwankt zwischen 2,4 und 0,3 mm im Mittel. Der Erhaltungszustand ist ein ziemlich gleicher. Eine leicht durch Interpositionen getrübte Färbung charakterisiert die Echinodermenskeletttrümmer. Ein Teil der Interpositionen besteht aus gelben Eisenoxydhydratschüppchen. Spuren der Gitterstruktur sind noch zu sehen. Die Ankristallisationen heben sich meist nur sehr wenig von den Echinodermenskeletttrümmern ab. Daß sie aber bei geringem, räumlichem Ausmaße fast nie fehlen, ist aus der Form der Trümmer zu schließen.

**2.—4.** Die unter diesen Rubriken beschriebenen Komponenten fehlen diesem Schliffe.

**5.** Im allothigenen Zemente sind einige Male Trümmer mit der $\delta$-Struktur, aber ohne die Knoten zu beobachten.

**6.—8.** Die unter diesen Rubriken beschriebenen Komponenten fehlen diesem Schliffe.

**9.** Das allothigene Zement scheint ursprünglich ein an trüben Medien ziemlich armer, mikrokristallin-unorientierter $CaCO_3$ zu sein, der nach den Ankristallisationen zu schließen nicht gleichzeitig mit den Echinodermenskeletttrümmern zur Ablagerung gekommen sein kann. Später wurde dieses Gestein einem Vererzungsprozesse unterworfen. Jetzt sieht man gelbes bis braunes Eisenoxydhydrat in Schnüren, die den Konturen von Rhomboedern folgen, wodurch ähnliche Bilder, wie sie früher beschrieben wurden, hervorgerufen werden, das allothigene Zement durchsetzen. Dabei ist dieses einer weitgehenden Umkristallisation unterworfen worden. Der mikrokristallin-unorientierte $CaCO_3$ ist körnig geworden; die einzelnen Körner nehmen häufig Rhomboederform an. Es zeigt sich aber, daß nicht alle diejenigen Partien, die sich im zerstreuten durchfallenden Lichte dadurch als Rhomboeder abheben, daß schmale Eisenoxydhydratschnüre sie nach dieser Form hin umgeben, im kristallographischen Sinne Rhomboeder sind. Bei gekreuzten Nicols zeigt vielmehr ein großer Teil dieser Pseudorhomboeder,

daß sie aus mehreren verschieden großen und verschieden orientierten, xenomorphen Kalzitkörnern aufgebaut sind. Einige bestehen sogar aus mikrokristallin-unorientiertem $CaCO_3$. Dafür konnte man wieder an anderer Stelle beobachten, daß die Eisenoxydhydratschnüre mitten in einem größeren xenomorphen Kalzitkorne eine Rhomboederform umschließen und dadurch herausheben.

**10.** Ankristallisationen fehlen kaum einem Echinodermenskelettrümmer, sind aber an Ausdehnung gering. Sie heben sich nur noch selten von den Trümmern ab, und sind meistens auch durch Interpositionen getrübt. Ihr Wachstum wurde unterbrochen, ehe sie alle Lücken ausfüllen konnten. Dadurch blieb Raum für das allothigene Zement übrig. Polysynthetische Zwillingslamellierungen treten in diesen Schliffen nicht auf.

**11.—14.** Die unter diesen Rubriken beschriebenen Komponenten konnten in diesem Schliffe nicht beobachtet werden.

**15.** Das Eisenoxydhydrat ist reichlich verteilt in Schnüren und streifenförmiger Form im allothigenen Zemente. Nirgends haben sich diese Schnüre zu dichten Fetzen zusammengeschlossen. Sehr häufig kann man im allothigenen Zemente kleine, bis 0,3 mm große, im zerstreuten durchfallenden Lichte schwarz erscheinende, meistens xenomorphe Körner beobachten. Bei abgeblendetem Lichte zeigt es sich, daß sie nicht Pyrit, sondern ein dunkleres Eisenoxydhydrat sind. Endlich kommt dieses noch als Interpositionen und hier und da auch als Gitterstruktur in den Echinodermenskelettrümmern vor.

**16.—18.** Die unter diesen Rubriken angeführten Komponenten fehlen diesem Schliffe.

## XXXIV.

## Echinodermenbreccie von Gewendtobel bei Unteriberg (Schweiz) aus der Sowerbyizone des unteren Doggers als Blöcke im Flysch vorkommend.

45, 46 Makroskopisch betrachtet handelt es sich um eine typisch alpine Echinodermenbreccie, die nur durch Eisenverbindungen rot gefärbt ist. Auf frischem Bruche kann man eine dichte Grundmasse und dicht gelagerte Echinodermenskeletttrümmer deutlich erkennen. Diese sind manchmal milchweiß, häufiger aber wie das Gestein rot gefärbt. Es wurden von einem Handstücke, das ich Herrn Dreyer verdanke, sechs Schliffe, Nr. 265, 265a, 266, 266a, 267, 267a, angefertigt. Unter dem Mikroskope erkennt man, daß das Gestein fast ausschließlich aus Echinodermenskeletttrümmern besteht, die mit Ankristallisation versehen, bald dichter, bald loser gelagert sind. Die Lücken zwischen diesen Trümmern sind, wenn sie eine gewisse variable Größe überschreiten, mit allothigenem Zemente ausgefüllt, das klastische Quarzkörner und Glimmerleisten enthält. Das ganze Gestein ist ziemlich gleichmäßig mit Eisenoxydhydrat durchsetzt. Über die einzelnen Komponenten ist folgendes zu sagen:

**1.** Die Echinodermenskeletttrümmer haben einen Durchmesser, der im Mittel zwischen 4 und 0,6 mm schwankt. Die Mehrzahl von ihnen ist durch Eisenoxydhydrat gelblichbraun bis rotbraun gefärbt. Es tritt zuerst als Interpositionen auf, die sich bei der Mehrzahl der Trümmer dann zur Gitterstruktur verdichten. Diese ist selten positiv, viel häufiger negativ. Man kann mehrere Arten der Gitterstruktur unterscheiden. Meistens ist das Maschenwerk ganz unregelmäßig angeordnet. Der Durchmesser der Kalzitkörner liegt um 0,02 mm, und die Fäden des Maschenwerkes aus Eisenoxydhydrat sind etwa 0,005 mm breit. Manchmal ordnen sich die Fäden des Maschenwerkes nach zwei aufeinander Senkrechten. Weiter tritt hin und wieder eine Bevorzugung der einen Richtung auf. Die hier mehr oder weniger parallel liegenden Fäden sind dicker und die senkrecht dazu stehenden dünner, manchmal fehlen diese letzteren ganz. Man kann auch beobachten, daß in der zweiten Richtung die Eisenoxydhydratfäden nur in Form von Zinken an die gröberen Fäden der anderen Richtung ± rechtwinklig angelagert sind. Es entsteht dann ein harkenartiges Bild, indem an einen gröberen Eisenoxydhydratfaden nach beiden Seiten hin korrespondierende Zinken angelagert sind. Zwischen zwei solchen Formen lagert dann ein entsprechendes Negativ aus Kalzit. Radiale Anordnung der Maschen konnte fast nie deutlich ausgesprochen beobachtet werden. Auffallend ist, daß die Gitterstruktur in ein und demselben Trümmer bei gleicher Stärke der Eisenoxydhydratfäden nicht gleich angeordnet ist, sondern ganz allmähliche Übergänge zeigt. In Nr. 267a liegt ein Echinodermenskeletttrümmer, der 2,92 mm lang und 1,05 mm breit ist. Er zeigt nacheinander vier scharf begrenzte verschiedene Gitterstrukturen, von denen die

erste und dritte Partie und wiederum die zweite und die vierte unter sich gleich sind. Während nun die Partien 1 und 3 ein unregelmäßig angeordnetes Maschenwerk mit großen Kalzitkörnern bis 0,03 mm Durchmesser zeigen, haben die Partien 2 und 4 eine Gitterstruktur, in der die Fäden annähernd senkrecht aufeinander stehen und die Richtung parallel zur Breite des Gebildes die bevorzugte in der Vererzung ist. Die Kalzitkörner hier haben etwa einen Durchmesser von 0,01 mm. Es dürfte sich um einen Schnitt senkrecht durch ein Stielglied handeln. Eine Reihe von Echinodermenskeletttrümmern ist fast gar nicht oder gar nicht vom Vererzungsprozesse angegriffen worden. Hier ist die Gitterstruktur in der Regel ganz verlöscht und der Trümmer ist ziemlich gleichmäßig durch Interpositionen leicht grau gefärbt. Nur sehr selten sind diese Interpositionen zu einer negativen Gitterstruktur verdichtet.

Was nun die Form der einzelnen Trümmer betrifft, so fällt eine auf, die in allen Schliffen wiederkehrt. In Nr. 267 tritt sie zweimal auf. Man wäre geneigt sie für einen Querschnitt durch ein pentagonales Stielglied zu halten. Denn trotzdem die primären äußeren Konturen nicht mehr ganz erhalten sind, läßt der Trümmer doch eine pentagonale Form erraten. Ein Nahrungskanal wäre auch zu beobachten; nur ist das Gebilde nicht optisch-einheitlich orientiert, sondern besteht aus fünf Platten, die man sich so entstanden denken könnte, daß man annimmt, der pentagonale Querschnitt wäre durch fünf Radien, die in den Buchtungen zwischen zwei Zacken enden, in fünf Platten zerlegt. Im konvergenten Lichte kann man einen Arm des Achsenkreuzes sehen, der meistens, aber nicht immer bei jeder einzelnen Platte so gestellt ist, als ob das ganze Kreuz im Zentrum des Pseudonahrungskanales läge. Der Durchmesser dieser zwei Gebilde beträgt 3,1 mm, der des Pseudonahrungskanales 0,6 mm. Diese Gebilde kehren nun in allen Schliffen wieder, selten allerdings in dieser vollständigen Form, meistens fehlt eine, zwei oder drei der Platten. Das Merkwürdige ist dabei, daß eigentliche Querschnitte durch optisch-einheitliche Stielglieder fehlen, die nach dem einen Längsschnitte zu urteilen, eine bedeutende Größe haben müßten. Runde Querschnitte durch Arme oder Stacheln von 0,8 bis 0,6 mm konnten einige Male beobachtet werden.

**2.—3.** Die unter diese Rubriken gehörigen Komponenten fehlen diesem Gesteine.

**4.** In Nr. 266 ist ein Querschnitt durch einen Trümmer der Stäbchenschicht zu sehen. Der ganze Trümmer, der ca. 1,2 mm lang und 0,8 mm breit ist und im gewöhnlichen durchfallenden Lichte eine gelbliche Färbung zeigt, und von Eisenoxydhydratschmitzen durchsetzt wird, zeigt bei gekreuzten Nicols, daß er aus Polygonen aufgebaut ist, die so die bekannte Wabenstruktur hervorrufen. Der mittlere Durchmesser der Waben beträgt 0,037 mm. Der Austritt der optischen Achse kann im konvergenten Lichte nicht beobachtet werden.

**5.—7.** Die unter diese Rubriken gehörigen Komponenten fehlen diesem Gesteine.

**8.** Paramorphosen von mikrokristallin-unorientiertem $CaCO_3$ nach unbekannten Organismenskeletten konnten in Nr. 266 beobachtet werden.

**9.** Das überwiegende Bindemittel in diesem Gesteine ist ein allothigenes Zement. Es besteht aus mikrokristallin-unorientiertem $CaCO_3$, der noch durch Eisenoxydhydrat eine bräunliche bis rötlich-bräunliche Färbung erhält. Außerdem enthält es viele authigene Quarz-

körner und einige Glimmerblättchen und Leisten. In den zwei entkalkten Schliffen Nr. 265a und 267a konnte man außer diesen klastischen Komponenten nur Eisenoxydhydrat als Rückstand beobachten. Andere trübe Medien scheinen dem allothigenen Zemente zu fehlen.

**10.** Es fällt auf, daß die Ankristallisationen so unregelmäßig verteilt sind. Während die Mehrzahl der Trümmer, wenn auch in kleinerem Ausmaße, sie haben, fehlen sie bei anderen gänzlich. Merkwürdig ist eine lichtbräunlich-gelbliche Partie, die bald zwischen dem durch die Gitterstruktur sich abhebenden Trümmer und dem reinen weißen Kalzite der Ankristallisation, manchmal aber auch in dieser letzteren selbst liegend, den Konturen des jeweiligen Trümmers folgt.

**11.** Authigene, xenomorphe Kalzitkörner fehlen diesem Gesteine.

**12.** Authigene Quarzkörner kommen in diesem Gesteine selten vor, um so häufiger allothigene, die hier und da gleich-orientierte Ankristallisationen zeigen, die eine idiomorphe Ausbildungsart anstreben.

**13.—14.** Die unter diese Rubriken gehörigen Komponenten fehlen den Schliffen.

**15.** Eisenoxydhydrat kommt in diesem Gesteine sehr häufig vor, und zwar erstens als färbende Interpositionen sowohl im allothigenen Zemente wie in den Echinodermenskelettrümmern in wechselnder Häufigkeit, zweitens als Gitterstruktur, drittens als Flecken und Fetzen. In ein und demselben Echinodermenskeletttrümmer können alle drei Arten neben- und ineinander vorkommen.

**16.** Trübe Medien konnten hier nicht beobachtet werden.

**17.** Von anderen bestimmbaren Mineralien sind in diesen Schliffen eine ganze Reihe zu beobachten, die wohl in der Hauptsache allothigen sind. Außer dem schon erwähnten Quarz kann man Orthoklase beobachten, die zum Teil sehr kaolinisiert sind, zum Teil auch eine weniger weit vorgeschrittene Umwandlung zu einem Muskovitaggregate zeigen. Innerhalb dieser Pseudomorphosen ist mikrokristallin-unorientierte $SiO_2$ zu sehen. Ob außer Orthoklas noch andere Feldspäte vorkommen, ist nicht sicher, aber wahrscheinlich. Weiter sind Biotite zu beobachten und zwar sowohl solche von brauner wie auch solche von grüner Farbe. Ein Teil derselben zeigt mehr oder weniger weit vorgeschrittene Umwandlung in grünen Chlorit in feinkörniger Aggregatform. Daneben kommen dann natürlich auch Eisenerze und Kalzitkörner innerhalb dieser allothigenen, in Umwandlung begriffenen Biotite vor. Endlich kann man noch Zirkon, Apatit, Epidot und Turmalin mit einiger Wahrscheinlichkeit ein- bis zweimal in diesen Schliffen beobachten. Zu einer erschöpfenden Bestimmung aller hier vorkommenden Mineralien müßte der Rückstand eines genügend großen Handstückes untersucht werden, was in Aussicht steht. Der mittlere Durchmesser dieser allothigenen Komponenten liegt unter 1 mm.

**18.** Die unter dieser Rubrik bei Gänsestad erwähnten Komponenten können auch in allen diesen Schliffen beobachtet werden.

## XXXV.

### Echinodermenbreccie von Balwe in Westfalen (Deutschland) aus dem mittleren Devon.

Makroskopisch betrachtet handelt es sich um einen grobkörnigen grauen Kalkstein, der auf frischem Bruche anscheinend zeigt, daß er nur aus Spaltflächen von Kalzitkristallen zusammengesetzt ist. Zwei Schliffe wurden untersucht, Nr. 187 und 188, die von einem Handstücke stammen, das der geologischen Sammlung der Kgl. Preuß. Geologischen Landesanstalt gehört und von dem ich durch die Liebenswürdigkeit des Prof. Dr. J. Böhm eine kleine Probe erhielt. Unter dem Mikroskope sieht man, daß das Gestein nur aus Echinodermenskeletttrümmern zusammengesetzt ist. Diese Trümmer sind in der Hauptsache durch Ankristallisationen verbunden. Daneben kommt auch allothigenes Zement recht häufig vor. Über die einzelnen Komponenten ist folgendes zu sagen:

**1.** Die Echinodermenskeletttrümmer, die über 90 % des Gesteines ausmachen, variieren in der Größe zwischen 4 und 0,2 mm. Der Erhaltungszustand ist ein ziemlich gleicher. Von der Gitterstruktur sind nur noch selten Spuren nachgeblieben. Dagegen ist die spezifisch lichtgelblich-bräunliche Eigenfärbung mehr oder weniger noch zu beobachten. Feinste staubartige Interpositionen trüben den ganzen Trümmer. Die polysynthetische Zwillingslamellierung tritt ungemein oft auf und erzeugt manchmal eine eigenartige rautenförmige Zeichnung. Diese polysynthetischen Zwillingslamellierungen zusammen mit den reichlich vorhandenen Interpositionen geben den Echinodermenskeletttrümmern eine besondere Tönung auch da, wo die lichtgelblich-bräunliche Eigenfärbung fehlt. Querschnitte von Echinodermenskeletttrümmern konnten häufig beobachtet werden und zeigen im konvergenten Lichte das Achsenbild des Kalzites.

**2.—8.** Die unter diesen Rubriken beschriebenen Komponenten fehlen diesen Schliffen.

**9.** Allothigenes Zement in Form von mikrokristallin-unorientiertem, mehr oder weniger getrübtem $CaCO_3$ ist häufig in den Schliffen zu beobachten und ein Zeichen dafür, daß das Wachstum der Ankristallisationen unterbrochen wurde, ehe alle Lücken zwischen den Komponenten ausgefüllt waren.

**10.** Ankristallisationen fehlen wohl keinem der Echinodermenskeletttrümmer. Da, wo die Reste der Gitterstruktur oder der Eigenfärbung noch sichtbar sind, heben sie sich durch eine stets hellere Färbung gut ab, sind aber nie frei von Interpositionen. Bei anderen Trümmern ist es dagegen schwer zu sagen, wo die Ankristallisationen anfangen und die Echinodermenskeletttrümmer aufhören. Auf ihr Vorhandensein muß man aber nach der Form schließen.

**11.** In Schliff Nr. 187 kann man stellenweise einen sehr feinkörnigen wasserhellen Kalzit beobachten, dessen Korndurchmesser oft noch unter 0,01 mm liegt. Es handelt sich hier sicher um Umkristallisationen des allothigenen Zementes. Primär authigenes Zement in Form von authigenen, xenomorphen Kalzitkörnern fehlt diesem Gesteine.

**12.** Allothigene Quarzkörner konnten nicht beobachtet werden, authigene sehr selten. Dagegen kommt $SiO_2$ in einer merkwürdigen Form einigemal in beiden Schliffen vor. Es sind dies sechskantige Ringe, deren Durchmesser 0,15 bis 0,08 mm beträgt. Die sechs Kanten sind nicht gleich lang, dementsprechend die Winkel nicht gleich groß. In Nr. 187 messen die Winkel eines solchen Ringes 123, 119, 116, 124, 119, 118°. Die Breite des Ringes beträgt 0,01 mm. Die von diesem Ringbande umschlossene sechsseitige Tafel besteht aus mikrokristallin-unorientiertem $CaCO_3$, demselben, der das allothigene Zement ausmacht und in dem wiederum dieser ganze Ring ruht, und zeigt manchmal eine beginnende Verkieselung. Während die $SiO_2$ des Ringbandes selbst einheitlich-orientiert ist, der Ring also wie aus einem Kristalle geschnitten sich darstellt, ist dies bei der Verkieselung der Ausfüllungsmasse nicht der Fall. Meistens ist sie mikrokristallin-unorientiert, manchmal dagegen auch einheitlich-orientiert, aber auch dann stets abweichend in der Orientierung vom Ringe. Bei einigen dieser Ringe konnte man im konvergenten Lichte das Achsenbild des Quarzes sehen. Relikte von $CaCO_3$ in diesem Quarzringe deuten darauf hin, daß der Quarz sekundär ist.

Außer diesen Gebilden, die mehrere Male in jedem Schliffe zu beobachten sind, kommt noch einmal in Nr. 188 ein merkwürdiges Gebilde vor. Das Bild, das sich im Schliffe darbietet, ist zu vergleichen mit einem Längsschnitte durch einen Nagel mit breitem Kopfe. Das untere Ende des Gebildes ist spitz und verdickt sich gleichmäßig nach dem anderen Ende bis zum Kopfe hin, der champignonartig auf dem Stiele sitzt. Die Maße sind folgende: Länge des Gebildes inkl. Kopf 0,58 mm, ohne Kopf 0,52 mm, Breite des Gebildes an der Spitze 0,025 mm, unterhalb des Kopfes 0,11 mm und am Kopfe 0,16 mm. Im zerstreuten durchfallenden Lichte zeigt das Gebilde, daß es aus einem 0,015 mm breiten weißen Saume, der ein ihm kongruentes Gebilde umschließt, besteht, und daß es von derselben Masse, die das allothigene Zement in diesem Gesteine ausmacht, ausgefüllt ist. Im polarisierten Lichte erkennt man, daß der weiße Saum einheitlich-orientierter Quarz, und die Ausfüllungsmasse mikrokristallin-unorientierter $CaCO_3$ ist. Es hat dieses Gebilde also eine gewisse Ähnlichkeit mit dem oben beschriebenen, und man könnte dieses für einen Längsschnitt und jenes für einen Querschnitt durch dieselbe Art Körper auffassen. Auch hier ist die Ausfüllungsmasse einer teilweisen Verkieselung unterworfen gewesen, die aber gleich-orientiert ist wie die Quarzumrandung. Die Quarzumrandung des Stieles ist unter sich einheitlich-orientiert, während der Quarz des Kopfes, der auch einheitlich-orientiert ist, eine abweichende Orientierung zu derjenigen des Stieles zeigt. Schiebt man das Gipsblättchen Rot I. Ordnung so ein, daß $c$ mit der Längsrichtung des Stieles parallel läuft, so ist der Stiel blau, während der Kopf gelb ist. Die Längsachse des Quarzes des Kopfes, der breiter als hoch ist, ist also um 90° gegen die Längsachse des Quarzes des Stieles geneigt.

**13.** Pyrit wurde in diesen Schliffen nicht beobachtet.

**14.** Glaukonit wurde in diesen Schliffen nicht beobachtet.

**15.** Eisenoxydhydrat kommt in Mikroadern und Interpositionen vor.

**16.** Von trüben Medien kommt hier und da in Mikroaderform allein und mit Eisenoxydhydrat zusammen eine schwarze Substanz vor, die bituminösen Charakter zu haben scheint.

**17.** Andere bestimmbare Mineralien wurden nicht beobachtet.

**18.** Problematika wurden nicht beobachtet.

# VII. Klasse.

## XXXVI.

### Echinodermenbreccie vom Val Puntaiglas in Graubünden (Schweiz) aus dem Dogger.

Makroskopisch betrachtet handelt es sich um einen grauen Kalkstein, der auf frischem Bruche in einer dichten Grundmasse sich mehr oder weniger berührende Echinodermenskeletttrümmer erkennen läßt. Es wurden zwei Schliffe, Nr. 14 und 14a, untersucht, die von einem Handstücke stammen, das in der Geologischen Sammlung der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich liegt. Unter dem Mikroskope sieht man, daß das Gestein einen schiefrigen Charakter hat und einen durch Umwandlung verwischten Eindruck macht. Es ist in der Hauptsache aus Echinodermenskeletttrümmern aufgebaut, die in einem authigenen Zemente ruhen. Über die einzelnen Komponenten ist folgendes zu sagen:

**1.** Die Größe der Echinodermenskeletttrümmer schwankt im Mittel zwischen 2,4 und 0,2 mm. Sie scheinen oft in situ zerbrochen, und die einzelnen Stücke liegen dann etwas gegeneinander verschoben. Ihr Erhaltungszustand ist ein wechselnder. Einigemal kann man auch die Gitterstruktur beobachten, bei der Mehrzahl der Trümmer fehlt sie aber. Die meisten von ihnen haben polysynthetische Zwillingslamellierungen und die einzelnen Lamellen sind oft etwas gebogen. Stets sind die Echinodermenskeletttrümmer durch Interpositionen trübe gefärbt. Der Grad der Trübung ist verschieden stark und wechselt bei nebeneinanderliegenden Trümmern.

**2.—8.** Die unter diese Rubriken gehörigen Komponenten fehlen diesen Schliffen.

**9.** Diese Echinodermenskeletttrümmer schwimmen in einem Medium, das einen zweifachen Charakter hat; teils besteht es aus der sogenannten grauen Masse, teils aus kleinen weißen Kalzitkörnern wechselnder Größe. In der Regel umgeben letztere die Echinodermenskeletttrümmer, während die graue Masse in ausgewalzten Fetzen dazwischen liegt und so die schiefrige Textur hervorruft. Es kann nun kein Zweifel sein, daß die sogenannte graue Masse das primäre Gebilde ist und daß einst nur diese als allothigenes Stützzement die Bindesubstanz in diesem Gesteine war. Wahrscheinlich durch tektonische Beanspruchung hat das allothigene Zement eine Umkristallisation erfahren in der Richtung nach einem feinkörnigen Kalzitaggregate hin, die sich um die härteren Echinodermenskeletttrümmer staute. Manchmal beobachtet man hier sogar Ankristallisationen an Echinodermenskeletttrümmer, die auch nur auf diesem Wege entstanden sein können. Ein Teil der sogenannten grauen Masse blieb noch fast unumgewandelt und lagert in ausgestreckten schiefrigen Fetzen zwischen dem sekundär-körnigen

Kalzite. So ist man gezwungen das ganze Zement als ein allothigenes Stützzement zu bezeichnen und die helleren körnigen Partien als eine sekundäre Bildung anzusprechen. Daß es sich um eine durch Druck bedingte Schieferung und nicht um eine Schichtung handelt, ergibt sich auch noch daraus, daß die einzelnen Körner des körnigen allothigenen Zementes meist so gelagert sind, daß ihre längste Achse parallel mit der Schieferung liegt. Sie umfließen so die Echinodermenskeletttrümmer und rufen dadurch eine „Augentextur" hervor.

**10.** Eigentliche Ankristallisation fehlt den Echinodermenskeletttrümmern dieses Gesteines.

**11.** Authigene, xenomorphe Kalzitkörner fehlen diesen Schliffen.

**12.** Einige kleine Quarzkörner können im allothigenen Zemente beobachtet werden, sie scheinen authigenen Ursprunges zu sein.

**13.** Pyritkörner sind relativ oft zu sehen.

**14.** Glaukonit fehlt diesen Schliffen.

**15.** Eisenoxydhydrat kann in kleinen Schüppchen beobachtet werden.

**16.** Hier ist zu erwähnen, daß die sogenannte graue Masse manchmal von schwarzen, wahrscheinlich bituminösen Mikroadern in der Richtung ihrer eigenen Auswalzung durchzogen ist. Hin und wieder ist die graue Masse besonders dunkel gefärbt, und man muß hier eine Konzentration der vorhandenen trüben Medien annehmen, die aus den umkristallisierten Partien stammen.

**17.** Andere bestimmbare Mineralien wurden nicht beobachtet.

**18.** Problematika wurden nicht beobachtet.

## XXXVII.

### Echinodermenbreccie von Tournay und von Mons (Belgien) aus dem Kohlenkalke — Stufe Tournay — des unteren Karbons.

47 Makroskopisch betrachtet handelt es sich um einen fast schwarzen Kalkstein, der auf frischem Bruche die dicht gelagerten Spaltflächen von Echinodermenskeletttrümmern in einer dichten Grundmasse erkennen läßt. Dieses Gestein ist so bekannt unter dem Namen Granite belge oder Granite petite, daß eine nähere Beschreibung überflüssig ist. Es wurden 13 Dünnschliffe untersucht, die von drei verschiedenen Handstücken stammen, aber ganz dasselbe Bild zeigen. Schliff Nr. 15 stammt von einem Handstücke von Mons, das der Geologischen Sammlung der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich gehört. Die Schliffe Nr. 333a, 333b, 333c, 333d, 333e, 333f, 333g, 333h, 333i, 333k stammen von einem Handstücke des gleichen Ortes, das ich von der Firma Krantz, Bonn, kaufte. Die Schliffe Nr. 203 und 204 endlich stammen von Tournay, und verdanke ich dem Herrn Dr. G. Hradil, Innsbruck, eine Gesteinsprobe, von der diese beiden Schliffe hergestellt wurden. Die Gesteinsprobe wurde von einem Handstücke genommen, das der Geologisch-Paläontologischen Sammlung der Innsbrucker Universität gehört. Unter dem Mikroskope sieht man, daß das Gestein aus Echinodermenskeletttrümmern wechselnder Größe besteht, die bald sich berührend, bald schwimmend in einem Zemente lagern, das seinerseits ein organogener Kalksand ist. Über die einzelnen Komponenten ist folgendes zu sagen:

**1.** Die Größe der Echinodermenskeletttrümmer ist verschieden und variiert im Mittel von 2,5 bis 0,4 mm. Die untere Grenze ist natürlich etwas willkürlich gewählt, denn, da auch in dem das Zement bildenden organogenen Kalksande kleine Echinodermenskeletttrümmer vorkommen, so wird man auch viele kleinere hierhergehörige Trümmer beobachten. Immerhin sind die oben angegebenen Zahlen die Mittelwerte der meistens schwimmenden Echinodermenskeletttrümmer in den vorhandenen Schliffen. Die größten Trümmer maßen über 3 mm. Der Erhaltungszustand dieser Trümmer ist ein sehr gleicher. Von der Gitterstruktur findet man nur sehr selten Andeutungen und zwar nur von der negativen. Nr. 333k wurde entkalkt und zeigte hier nur ein einziger Trümmer die negative Gitterstruktur, bedingt durch eine schwarze Substanz. Dafür sind alle Trümmer übersät von Interpositionen, die ihnen eine leichtgraue Färbung geben. Zwillingslamellierung ist sehr oft zu beobachten. Die einzelnen Trümmer haben sehr buchtige, stellenweise zackige Konturen. Über die anatomische Herkunft der einzelnen Trümmer ist nirgends ein Anhaltspunkt zu finden. Ankristallisationen fehlen gänzlich. Da, wo wie in Nr. 203 und 333b reiner weißer Kalzit an resp. in Echino-

dermenskeletttrümmern liegt, handelt es sich um Umkristallisationsprodukte. Es ist hier noch zu erwähnen, daß die früher z. B. bei Weesenfly beschriebenen uhrräderförmigen Gebilde mehrere Male in einigen Schliffen zu beobachten sind, so z. B. in Nr. 15, wo sie einen mittleren Durchmesser von 0,4 mm haben. Runde Gebilde, die das Achsenbild des Kalzites im konvergenten Lichte zeigen, sind hier und da zu sehen und von wechselndem Durchmesser, der etwa zwischen 1 und 0,4 mm liegt.

**2.** und **3.** Die unter diesen Rubriken beschriebenen Komponenten fehlen diesen Schliffen.

**4.** Längsschnitte durch Trümmer der Stäbchenschicht kann man in einigen Schliffen ein- bis zweimal beobachten. Die Umkristallisation ist so weit vorgeschritten, daß fast immer mehrere Stäbchen sich zu einem größeren Kalzitkorne vereinigt haben. Seltener nur zerfällt ein Stäbchen in mehrere Körner.

**5.** Auch von anderen organogenen Skeletttrümmern sind hier und da kleine Trümmer zu sehen. Leider ist die primäre kristallographische Struktur fast nie mehr gut erhalten. Immerhin lassen sich die $\alpha$- und $\delta$-Strukturen erkennen. Außerdem ist in Nr. 204 ein Gebilde zu beobachten, das das gleiche Aussehen zeigt wie das bei Gerolstein — Schliff Nr. 335d — beschriebene. Der Durchmesser beträgt 0,5 mm.

**6.** und **7.** Die unter diesen Rubriken beschriebenen Komponenten fehlen diesen Schliffen.

**8.** Da, wo die Umwandlung der kristallographischen Struktur bei den einigen wenigen sub 5 erwähnten organogenen Skeletttrümmern so weit vorgeschritten ist, daß sie eigentlich nur noch aus mikrokristallin-unorientiertem, trübem $CaCO_3$ bestehen, sind diese als Paramorphosen anzusprechen und seien der Vollständigkeit halber hier erwähnt.

**9.** Das Zement, das in diesem Gesteine die Lücken zwischen den Echinodermenskeletttrümmern ausfüllt, ist ein allothigenes Stützzement. Es ist dies in der Hauptsache ein organogener Kalksand, der seinerseits durch ein Lückenzement, das der sogenannten grauen Masse mehr oder weniger entspricht, verbunden wird. Der mittlere Durchmesser der organogenen Kalksandkörnchen beträgt 0,04 bis 0,01 mm. Umkristallisationserscheinungen sind hier und da zu beobachten. Als solche sind auch einige hellere Kalzitrhomboeder aufzufassen, die manchmal direkt aus einem organogenen Kalksandkorne herauswachsen.

**10.** Ankristallisationen fehlen ganz. Die hier und da auftretenden wasserhellen Partien, die optisch gleich mit einem anliegenden Echinodermenskeletttrümmer sind, zeigen, daß es sich nur um Umkristallisationserscheinungen der Echinodermenskeletttrümmer handelt.

**11.** Primäres authigenes Zement fehlt hier ganz. Die Kalzitrhomboederchen, die die einzigen selbständigen wasserhellen Kalzitkörner in diesem Gesteine sind, sind Umwandlungsprodukte des allothigenen Zementes.

**12.** bis **14.** Die in diesen Rubriken beschriebenen Komponenten fehlen diesen Schliffen.

**15.** Gelbes und braunes Eisenoxydhydrat kommt als Schüppchen unter den Interpositionen vor.

**16.** Die Hauptmasse der Interpositionen sowohl in den Echinodermenskeletttrümmern wie im allothigenen Zemente und wahrscheinlich auch die trüben Medien der sogenannten grauen Masse sind hier anscheinend eine bituminöse Substanz. In Schliff Nr. 333k, der ent-

kalkt wurde, kann man den Rückstand ziemlich gut beobachten. Er ist erstens als Interpositionen fast überall gleichmäßig verteilt zu beobachten, dann als Mikroadern, die den Konturen der einzelnen Trümmer folgen, schließlich zu größeren Fetzen zusammengedrängt im allothigenen Zemente. Diese Substanz, der in wechselnden Mengen Eisenoxydhydrat beigemischt ist, zeigt eine schwarze Farbe von bituminösem Charakter.

**17.** Andere bestimmbare Mineralien wurden in diesen Schliffen nicht beobachtet.

**18.** Problematika wurden nicht beobachtet.

Mit einigen Schliffen wurden Färbversuche gemacht. Nr. 333e wurde zwölf Stunden in eine übersättigte Lösung von spirituslöslichem Anilinblau, bezogen von Merck, Darmstadt, dann eine Stunde in 90prozentigen Spiritus gelegt, wobei der Schliff sich ganz ablöste und umgebettet werden mußte. Es zeigte sich, daß der Farbstoff stellenweise haften geblieben war, und zwar in ganz unregelmäßig verteilten kleinen Schüppchen. Ausdrücklich ist zu betonen, daß die trüben Medien sich nicht intensiver gefärbt hatten. Der ganze Schliff hatte ein dunkleres Aussehen bekommen, was wohl auf Kosten des Spiritusbades zu setzen ist. Schliff Nr. 333f wurde 12 Stunden in eine übersättigte Lösung von xylollöslichem Tetrabromidindigo, bezogen von Kahlbaum, Berlin, gelegt. Darauf wurde mit einem Pinsel mit Xylol der haften gebliebene Farbstoff so lange abgewaschen, bis der Xylol sich nicht mehr färbte. Der Schliff war nun gar nicht mehr gefärbt. Nur einige wenige kleine Körnchen des Farbstoffes waren haften geblieben. Der Schliff sah nach dem Färbversuche genau so wie vor demselben aus, was im Gegensatze zu dem veränderten Aussehen des Schliffes 333e nach dem Färbversuche betont sein mag. Schliff Nr. 333g wurde in derselben Weise mit einer übersättigten Lösung von xylollöslicher Nigrosinbase, bezogen von Kahlbaum, Berlin, behandelt. Der Schliff wurde dunkelblau, stellenweise violett gefärbt. Irgendwelche Regelmäßigkeit kann nicht beobachtet werden, vielmehr ist ganz willkürlich der Farbstoff in Form kleinster Schüppchen bald hier, bald da haften geblieben. Schliff Nr. 333h wurde nach derselben Versuchsanordnung mit einer übersättigten xylollöslichen Blauschwarz-955-Lösung behandelt, die mir von Herrn Prof. O. Bauer vom Kgl. Preuß. Materialprüfungsamte in liebenswürdiger Weise zur Verfügung gestellt wurde. Der Schliff wurde nicht gefärbt. Nur ganz ausnahmsweise war hier und da ein Schüppchen Farbstoff haften geblieben. Die Färbresultate waren also negativ verlaufen.

## XXXVIII.

## Echinodermenbreccie von Klein-Kucheln in Böhmen (Osterreich) aus den Ubergangsschichten von E1 und E2 des oberen Silurs.

Makroskopisch betrachtet handelt es sich um einen Kalkstein, der in einer fast schwarzen dichten Grundmasse sich bald berührende, bald schwimmende Echinodermenskeletttrümmer enthält, die sich durch ihren spätigen Charakter und ihre helle Farbe von dem dunklen Zement abheben. Es wurden vier Schliffe untersucht, Nr. 205, 206, 207, 208, die von zwei Handstücken stammen, die dem Geologisch-Paläontologischen Museum der Berliner Universität gehören. Unter dem Mikroskope sieht man, daß das Gestein nur aus Echinodermenskeletttrümmern besteht, die in einem allothigenen Zemente liegen, das 48
teils Lücken-, teils Stützzement ist, und sich reichlich mit Eisenoxydhydrat durchsetzt zeigt. Über die einzelnen Komponenten ist folgendes zu sagen:

**1.** Die Größe der Echinodermenskeletttrümmer wechselt im Mittel zwischen 4 und 0,4 mm, doch gibt es auch weit größere Trümmer. Ihr Erhaltungszustand ist ein recht gleichmäßiger. Von der Gitterstruktur kann man in den vier Schliffen keine Spur mehr finden. Ebenso sind nur schwache Trübungen durch Interpositionen zu sehen. Um so ausgebildeter sind Zwillingslamellierungen. Ankristallisationen fehlen ganz. Die Trümmer berühren sich bald, bald liegen sie frei.

**2.—8.** Die unter diesen Rubriken beschriebenen Komponenten fehlen diesen Schliffen.

**9.** Das allothigene Zement, das hier meist Stützzement ist, besteht aus mikrokristallin-unorientiertem, trübem $CaCO_3$, der einer starken Vererzung unterworfen gewesen ist. Wesentliche Umkristallisationserscheinungen sind nicht zu beobachten.

**10.** u. **11.** Die unter diesen Rubriken beschriebenen Komponenten fehlen diesen Schliffen.

**12.** Allothigene Quarzkörner von einem Durchmesser bis zu 0,1 mm sind im allothigenen Zemente zu beobachten.

**13.** Pyritkörner bis 0,8 mm Durchmesser sind hier und da zu sehen.

**14.** Glaukonit fehlt diesen Schliffen.

**15.** Braunes Eisenoxydhydrat hat zum großen Teil den mikrokristallin-unorientierten $CaCO_3$ des allothigenen Zementes aufgefressen. Es kommt in Form von Schüppchen vor, die dicht gedrängt in jenem lagern, und ist nur stellenweise zu zusammenhängenden größeren Fetzen zusammengeschlossen.

**16.** Trübe Medien wurden in diesen Schliffen nicht beobachtet.

**17.** Andere bestimmbare Mineralien wurden in diesen Schliffen nicht beobachtet.

**18.** Problematika wurden nicht beobachtet.

# Schluß.

Als Resultate dieser Arbeit kann man folgende Punkte zusammenfassen:

1. Es hat sich bestätigt, daß eine Menge grobkristalliner Kalksteine nicht nur nach dem auf makroskopischem Bestimmungswege gewonnenen Scheine, sondern in der Tat fast ganz oder teilweise in wechselnder Menge aus den Trümmern der Skelette von Echinodermen aufgebaut sind.

2. Dagegen hat sich bei anderen grobkristallinen, von den obigen auf makroskopischem Wege nicht unterscheidbaren Kalksteinen gezeigt, daß die auf makroskopischem Wege in ihnen sichtbaren Kalzitkristalle gar nicht oder nur zu einem wechselnden Teile Echinodermenskeletttrümmer, sondern Zement bildende authigene Kalzitkristalle sind.

3. Bei denjenigen hierhergehörigen Kalksteinen, die nur teilweise aus Echinodermenskeletttrümmern aufgebaut sind, werden als weitere Komponenten organogene Skeletttrümmer, Mikrogerölle und häufig auch Ooide beobachtet.

4. Der Erhaltungszustand der Echinodermenskeletttrümmer ist mehr oder weniger gut und es scheint, daß der ursprünglich zur Ablagerung gelangte Echinodermenskeletttrümmer vor und während der Diagenese und meist auch während der späteren Metamorphose keine wesentlichen Änderungen erfahren hat. Auf teilweise molekulare Umlagerungen seiner Materie scheinen aber gewisse Beobachtungen hinzuweisen.

5. Die anderen organogenen Skeletttrümmer sind in einem sehr verschiedenen Erhaltungszustande vorhanden. Und nur bei einigen von ihnen und auch da nicht immer haben nicht unwesentliche Umlagerungen der Materie stattgefunden.

6. Einigermaßen ist der primäre Zustand bei den Bryozoenskeletttrümmern, einigen Foraminiferenschalen und bei der sogenannten Stäbchenschicht noch erhalten, ebenso noch bei einigen nicht näher bestimmbaren Trümmern, die eigenartige Strukturen zeigen.

7. Die übrigen organogenen Skeletttrümmer, wie auch ein großer Teil der oben unter 6. aufgezählten haben aber eine durchgreifende Umlagerung der Materie erlitten, so daß sie heute im Gesteine nur noch als Paramorphosen vorliegen. Wann die Umlagerung vor sich ging, ist nur selten zu erkennen. Nur hier und da kann man erkennen, daß diese Umlagerung sowohl vor, wie während, wie auch nach der Diagenese vor sich gegangen ist.

8. $CaCO_3$ ist in den Paramorphosen fast immer in dem mikrokristallin-unorientierten Zustande vorhanden und hat stets ein mehr oder weniger trübes Aussehen. Diese Trübung ist nur zu einem Teile auf Interpositionen (Ton oder bituminöse Substanzen)

zurückzuführen, Brechungsphänomene spielen hier auch eine große Rolle. In manchen Gesteinen kommen Ausfüllungsparamorphosen vor. Hier ist $CaCO_3$ stets in Form von xenomorphen, authigenen, hellen Kalzitkörnern wechselnder Größe vorhanden.

9. Man kann stets zwei Arten von Zement auseinander halten, allothigenes und authigenes, wobei letzteres primär oder sekundär sein kann. In der Nähe von Echinodermenskeletttrümmern ist das primär authigene Zement immer, und das sekundär authigene Zement oft als optisch-gleichorientierte Ankristallisation zu beobachten.

10. Alle von mir untersuchten Echinodermenskeletttrümmer zeigen in sich stets eine gewisse Gleichheit, sobald man nur eine genügende Anzahl von Dünnschliffen von ihnen untersucht. Es gelingt dann immer, eine gewisse, nur dem betreffenden Gesteine eigene individuelle Natur zu beobachten. Dies wird durch die spezielle Textur, die Art oder Verteilung der Komponenten, deren Erhaltungszustand oder Raumverhältnisse oder anderen speziellen Eigenschaften, oder auch durch Kombination weiterer hier angeführter Eigentümlichkeiten bedingt.

Es kommt daher diesen Gesteinen ein gewisser stratigraphischer Wert zu. Nach eingehender mikroskopischer Untersuchung wird es nie schwer fallen zu sagen, ob zwei durch Erosion oder tektonische Vorgänge räumlich getrennte Echinodermenskeletttrümmer dasselbe Gestein sind oder nicht. Auf makroskopischem Wege ist dies meist unmöglich, da diese Gesteine im Handstücke oft kaum zu unterscheiden oder die Unterscheidungsmerkmale tatsächlich keine typischen sind. Dies zeigt z. B. die Geschichte der Echinodermenbreccie von Collombey und Villeneuve, die sich im Rhonetal gegenüberliegen und lange für dasselbe Gestein gehalten wurden. Tatsächlich ist das mikroskopische Bild dieser Breccie so verschieden, daß drei Dünnschliffe von jedem Gesteine zeigen, es könne sich nicht um ein und dasselbe Gestein handeln. Freilich dürfte in der Mehrzahl der Fälle eine Entscheidung nicht so einfach und erst nach einer eingehenden mikroskopischen Untersuchung möglich sein. Eingehende mikroskopische Studien dieser wie auch aller anderen zoogenen Kalksteine bei genügender Übung in dieser speziellen Art der Untersuchung und bei möglichst großem Versuchsmaterial werden stets brauchbare Resultate für die Stratigraphie in schwierigen Verhältnissen geben.

# Literaturverzeichnis.

Außer den bekannten Lehr- und Handbüchern von Abel, Andrée, Bauer, Beck, Beckenkamp, Behrens, Bischof, Brauns, Clarke, Credner, Dana, Daubrée, Dölter, Emich, Fuchs-Brauns, Glinka, Grandeau, Groth, Grubenmann, Hann, Haug, Hintze, Hirschwald, Kayser, Klockmann, Krümmel, Lacroix, Lapparent, Linck, Löwl, Mayer, Marc, Mitscherlich, Naumann-Zirkel, Penck, Potonié, Ramann, Reyer, Rinne, Rosenbusch, Rosenbusch-Wülfing, Roth, Sommerfeld, Stelzner-Bergeat, Steinmann, Stutzer, Stromer von Reichenbach, Süss, Supan, Thoulet, Tornquist, Toula, Tschermak, Wagner, Walther, Weinschenk, Zirkel und Zittel wurde folgende Spezialliteratur im Laufe der Arbeit berücksichtigt.


Aarnio, B., Experimentelle Untersuchungen zur Frage der Ausfällung des Eisens in Podsolböden. (Internationale Mitteilungen für Bodenkunde I.)

— Zur Kenntnis einiger allophanoidartiger Tone. (Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie 1914, Nr. 3.)

Adler, M., Beiträge zur Kenntnis des gefällten kohlensauren Kalkes. (Zeitschr. für angewandte Chemie 1897, pag. 431.)

Allenspach, G., Dünnschliffe von gefältetem Röthidolomit — Quartenschiefer am Piz Urlaun. (Vierteljahrsschr. der Naturforschenden Gesellsch. Zürich 1900, Bd. XLV.)

Andrée, K., Über stetige und unterbrochene Meeressedimentationen, ihre Ursachen, sowie über deren Bedeutung für die Stratigraphie. (N. J. Beil., Bd. XXV, pag. 366—421.)

— Über einige Vorkommen von Flußspat in Sedimenten usw. (Tschermaks Mineralog. und Petrograph. Mitteilungen, Bd. 28 N. F.)

— Die Diagnese der Sedimente, ihre Beziehungen zur Sedimentbildung und Sedimentpetrographie. (Geol. Rundschau 1911, Bd. II, Heft 3.)

— Über die geologische Bedeutung des Druckes wachsender Kristalle und die Frage nach dessen Erklärung. (Sitzungs-Ber. z. Beförd. ges. Naturw. Marburg 1911, pag. 3.)

— Über das Bodenrelief und die Sedimente des Golfes von Neapel. (Dr. A. Petermanns Geographische Mitteilungen 1912, Augustheft.)

— Über Sedimentbildung am Meeresboden. I. (Geologische Rundschau. Jahrg. III, Heft 5—6.)

— Die geologische Bedeutung des Wachstumsdruckes kristallisierender Substanzen. (Geol. Rundschau. Besp. 1912, 3, 7—14.)

— Sedimentpetrographie im Dienste der Paläogeographie. (Die Naturwissenschaften, 21. Februar 1913, Heft 8.)

— Die petrographische Methode der Paläogeographie. (Naturwissenschaftliche Wochenschrift 1914, Nr. 10.)

Arbenz, P., Über Diploporen aus dem Schrattenkalk des Säntisgebietes. (Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, 26. Nov. 1908.)

— Zur Kenntnis der Bohnerzformation in den Schweizeralpen. (Mitteilungen der schweizerischen geologischen Kommission 1909, I. Jahrgang.)

Arsandaux, H., Beiträge zur Kenntnis der Laterites. (Chem. Zentralbl. 1909, Bd. 2.)

Aschley, Harrison Everett, The Colloid Matter of Clay and its Measurement. (Department of the interior United States Geological Survey. Bulletin 388.)

Atterberg, Dr., Al., Die mechanische Bodenanalyse. (Verhandl. der Agrogeologenkonferenz. Stockholm 1911.)

Awerinzew, S., Zur Foraminiferen-Fauna des sibirischen Eismeeres. (Mémoires de l'Académie impériale des sciences de St. Pétersbourg. VIIIe série.)

Bachmann, Wilhelm, Untersuchungen über die ultramikroskopische Struktur von Gallerten mit Hilfe des Spalt- und Kardioid-Ultramikroskops. (Inaugural-Dissertation, Göttingen 1911.)

Bauer, Max, Über die Pseudomorphosen von Aragonit nach Kalkspath und von Kalkspath nach Aragonit. (Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch. 1890.)
— Beitrag zur Kenntnis des Laterits, insbesondere dessen von Madagaskar. (Neues Jahrbuch f. Mineral., Geol. u. Paläont. Festband, 1907, pag. 33.)
Becke, F. (Tschermaks Mineral. Mitteil. 1889, 10, 90.)
Beckenkamp, J., I. Über die geologischen Verhältnisse der Stadt und der nächsten Umgebung von Würzburg. II. Über die Bildung der Zellenkalke. (Sitzungsber. der Physikal.-Medizin. Gesellsch. z. Würzburg 1907, Nr. 3 u. 4.)
Becker, Arthur, Über die Schmelzbarkeit des kohlensauren Kalkes. (Min. u. petr. Mitteilungen herausgeg. v. G. Tschermak, Bd. 7, Heft II.)
Bemmelen, van, J. M., Die Absorption. (Dresden 1910.)
Biedermann, W., Untersuchungen über Bau und Entstehung der Molluskenschalen. (Jenaische Zeitschr. f. Naturwissensch. 1901, Bd. 36.)
— Über den Zustand des Kalkes im Crustaceenpanzer. (Biolog. Centralbl. 1901, Bd. XXI, Nr. 11.)
— Über die Bedeutung von Kristallisationsprozessen bei der Bildung der Skelette wirbelloser Tiere, namentlich der Molluskenschalen. (Zeitschr. f. allgem. Physiologie, Bd. I, Heft 2.)
— Geformte Sekrete. (Zeitschr. f. allgem. Physiologie, Bd. II, pag. 395.)
— Physiologie der Stütz- und Skelettsubstanzen. (Handbuch der vergl. Physiologie 1912, Bd. III, erste Hälfte, p. 319.)
Bittner, A., Stylolithen aus unterem Muschelkalk von Weißenbach an der Enns. (Verhandlungen der k. k. geol. Reichsanstalt 1901, Nr. 16.)
Blanck, E., Zur Entwicklung des Pontus im jüngeren Tertiär. (Monatsberichte d. Deutsch. geol. Gesellschaft 1910, Nr. 3.) [siehe: Fischer, Herm.]
Bleicher, M., Contribution à l'Étude Lithologique, Microscopique et Chimique des Roches sédimentaires, secondaires et tertiaires du Portugal. (Communicações da Direcção dos Trabalhos Geologicos, Tom. III, Fasc. II)
Bodländer, G., Versuche über Suspensionen. (N. J. f. Min., Geol. u. Pal. 1893, Bd. II.)
Boeke, H. E., Die Schmelzerscheinungen und die umkehrbare Umwandlung des Calciumcarbonats. (N. J. f. Min, Geol. u. Pal. 1912.)
Borgstätte, Otto, Die Kieseloolithschotter und Diluvialterrassen des unteren Moseltales. (Dissertation, Gießen.)
Borisov, P., Les quartzs „Cubiques" de Chounga et de l'île Wolkostrow. (Travaux de la Soc. Impériale des Naturalistes de St. Petersbourg 1909, tome XL, livr. 1.)
Borisow, Feldspathkristalle und Glimmer aus den Dolomiten von der Umgegend der Stadt Povienza. (Travaux de la Soc. Impériale des Naturalistes de St. Petersbourg 1909, tome XL, livr. 1.)
Born, Axel, Über die Entstehung von Kramenzelkalk. (5. Jahresbericht des Niedersächsischen geol. Vereins zu Hannover [Geol. Abteilg. der Naturhist. Gesellsch. zu Hannover], 1912.)
Bornemann, J. G., Beiträge zur Kenntnis des Muschelkalks, insbesondere der Schichtenfolge und der Gesteine des unteren Muschelkalks in Thüringen. (Jahrb. der königl. preuß. geol. Landesanstalt 1885.)
Bosworth, T. O., The heavy Minerals in the Sandstones of the Scottish Carboniferous Rocks. (Proceedings of the Geologists' Association 1913, Vol. XXIV, Part 2.)
Bournon, Compte de, Traité Complet de la chaux Carbonatée et de l'Arrogonite. (Londres 1808.)
Braun, Gustav, Über marine Sedimente und ihre Benutzung zur Zeitbestimmung. (Meereskunde. Jahrg. 7, Heft 7.)
Brauns, R., Über das Verhältnis von Conchit zu Aragonit. (Centralbl. f. Mineralogie, Geologie u. Paläontologie 1901, Nr. 5.)
Brause, Guido, Beiträge zur Kenntnis der Gesteine des fränkischen Jura. (Dissertation, Erlangen.)
Brehm, H., Über die Fortschritte und Aussichten der jüngeren Agrikulturchemie (spez. der Bodenchemie) seit Anwendung der neueren Ergebnisse der physikalischen Chemie, besonders der Kolloidchemie. (Kolloid-Zeitschr. 1913, Bd. XIII, Heft I.)
Brückmann, R., Die Foraminiferen des Litauisch-kurischen Jura. (Schriften der Physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg in Pr. Jahrgang XLV.)
Bütschli, O., Untersuchungen über Strukturen. (Leipzig 1898.)
— Einige Beobachtungen über Kiesel- und Kalknadeln von Spongien. (Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. 69, pag. 235.)
— Referat über: Beiträge zur mineralogischen Kenntnis der Kalkausscheidungen im Tierreich von Agnes Kelly. (Zoolog. Centralbl., Jahrg. VIII, Nr. 22.)
— Referat über: Untersuchungen über Bau und Entstehung der Molluskenschalen von W. Biedermann. (Zoolog. Centralbl., Jahrg. VIII, Nr. 22.)
— Über die Natur der von Biedermann aus Krebsblut und Krebspanzer erhaltenen Kristalle. (Biolog. Centralbl., Bd. XXVII, Nr. 15.)

Bütschli, O., Untersuchungen über organische Kalkgebilde nebst Bemerkungen über Kieselgebilde. (Abhandl. der königl. Gesellsch. der Wissenschaften zu Göttingen, Mathemat.-Physikal. Klasse. N. F., Bd. VI, Nr. 3.)
Burger, Otto, Über den Kreislauf des Kalkes in der Natur. (Naturwissenschaftl. Wochenschr. N. F., 1910, Bd. XI, Nr. 7.)
— Über schwäbische Kalktuffe, insbesondere des Echaztales. (Dissertation, Tübingen).
Buxtorf, A., Dogger und Meeressand am Rötiler Schloß bei Basel. (Mitteilungen der Großh. Badischen Geol. Landesanstalt 1912, Bd. VII, Heft 1.)
Cayeux, L., La craie du Nord de la France et la oue à globigérines. (Ann. Soc. géol. du Nord, T. XIX, p. 95.)
— Contribution à l'étude micrographique des Terrains Sédimentaires. (Mémoires de la Société Geologique du Nord.)
— Les concrétions phosphatées de l'Agulhas-Banc d'après le Dr. L. W. Collet etc. (Bull. Soc. Geol. France 1905, 4e série, t. V, pag. 751.)
— Structure et Origine des Grès du Tertiaire Parisien. (Études des Gîtes Minéraux de la France.)
— Les Minerais de fer oolithique de France. (Études des Gîtes Minéraux de la France.)
Chapman, Mildred B., Chemistry of Carboniferous Limestone, Avon Gorge. (The Geological Magazine, Decade V, Vol. IX, No. XI.)
Clemm, Wilhelm, Über die Verkieselung von Kalksteinen, insbesondere die des Muschelkalks im badischen Oberlande (Inaugural-Dissertation, Freiburg i. Breisgau.)
Colé, Grenville A. J., und Little, Otway H., The Mineral Condition of the Calcium Carbonate in Fossil Shells. (Geological Magazine, Decade V, Vol. VIII, No. 560, Febr. 1911 [London].)
Collet, L. W., Les concrétions phosphatées et la glauconie des mers actuelles. (Eclogae geologicae Helvetiae, Vol. IX, No 1, pag. 118, 119.)
— Les Dépôts Marins. (Paris 1908, 8°, pag. 325.)
— et Lee, G. W., Les concrétions phosphatées de l'Agulhas-Banc, avec une note sur la glauconie qu'elles contiennent. (Proc. Roy. Soc. Edin., Vol. XXV, p. 862.)
Cornisch, Voughan, und Kendall, Percy, F., On the Mineralogical Constitution of Calcareous Organisms. (Geol. Mag., Dez. III, Vol. V, No. 2, 1888.)
Cornu, F., Über die Bildungsbedingungen von Aragonit- und Kalksinter in den alten Grubenbauen der obersteirischen Erzbergwerke. (Österreich. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen 1907, Jahrg. LV, Nr. 49.)
— Die Bedeutung der Hydrogele im Mineralreich. (Zeitschr. f. Chemie u. Industrie der Kolloide, Jan. 1909, Bd. IV, Heft I.)
— Über die Beziehung der Gele in der anorganischen Natur zu den Geleen der lebendigen Substanz. (Annalen der Naturphilosophie 1909, Bd. VIII, Heft 3.)
Cosyns, G., Essai d'interprétation chimique de l'alteration des schistes et calcaires. (Bulletin de la société Belge de geologie 1907, Tome XXI. — Mémoires.
Dayly, Reg. A., First Calcareous Fossils and the Evolution of the Limestones. (Bull. of the Geological Soc. of America.)
Diessel, Walter, Über isomorphe Mischsalze von wasserfreiem Kalk-, Magnesium- und Eisencarbonat. (Dissertation, Leipzig.)
Dittler, E., Über die Kolloidnatur des Erbsensteins. (Die Anwendung der Kolloidchemie auf Mineralogie und Geologie. Zeitschrift für Chemie und Industrie der Kolloide [Spezialheft: Kolloidchemie und Mineralogie], Bd. IV, Heft 6.)
— Über die Einwirkung organischer Farbstoffe auf Mineralgele. (Zeitschr. f. Chemie und Industrie der Kolloide 1909, Bd. V, Heft 2.)
— und Dölter, C., Zur Nomenklatur der Tonerdehydrate. (Centralbl. f. Mineral., Geol. u. Paläont. 1912, pag. 104.)
Dölter, C., und Hoernes, R., Chemisch-genetische Betrachtungen über Dolomit. (Jahrbuch d. k. k. geol. Reichsanstalt 1875, Bd. XXV, Heft 3.)
— und Dittler, E., Bauxit oder Sporogelit. (Centralbl. f. Mineral., Geol. u. Paläontol. 1913, pag. 193.)
Doss, Referat über: I. Die künstlichen und natürlichen Calcium-Hydrocarbonate von J. P. Tschirwinski. — II. Lublinit, eine neue Mineralart des Kalkspats von N. Watitsch. — III. Beiträge zur Kenntnis des kohlensauren Calciums von Morozewicz. (Neues Jahrb. f. Mineralogie, Jahrg. 1909, Bd. II, Heft 3)
Dreger, Jul., Geologische Beobachtungen anläßlich der Grabungen des Rohitsch-Sauerbrunnen und Neuhaus in Südsteiermark. (Verh. der k. k. geol. Reichsanstalt, Sitz. 1908, Nr. 2 u. 3.)
— Vortrag über: Aragonit vom Rohitsch-Sauerbrunnen. (Tschermaks Mineral. Mitteil. 1909, Bd. 28, Heft III.)
Dunker, W., Beiträge zur Oryktographie der norddeutschen Oolithgebilde. (Dem Göttingischen Vereine bergmännischer Freunde mitgeteilt.)

Dupont, E., Sur les originés du calcaire carbonifère de la Belgique. (Bull. Acad. de Belgique 1883, 3. Sér., t. V, Nr. 2).
Ebener, K. v., Untersuchungen über die Ursache der Anisotropie organischer Substanzen. (Wien 1882.)
Ebner, V. v., Die Lösungsflächen des Kalkspates und des Aragonites. (Sitzungsber. der kaiserl. Akad. Wissensch., Jahrg. 1884, Bd. LXXXIX, Abt. II, März-Heft.)
— Dasselbe, Jahrg. 1885, Abt. II, März-Heft.)
— Über den feineren Bau der Skeletteile der Kalkschwämme nebst Bemerkungen über Kalkskelette überhaupt, Sitzungsber. der kaiserl. Akad. der Wissensch., Jahrg. 1887, Bd. XCV, Abt. I, März-Heft.)
Ehrenbaum, Ernst, Untersuchungen über die Structur und Bildung der Schalen der in der Kieler Bucht häufig vorkommenden Muscheln. (Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie, Bd. XLI.)
Ehrenberg, C. G., Mikrogeologie. (Leipzig 1854.)
Endell, K., Über die chemische und mineralogische Veränderung basischer Eruptivgesteine bei der Zersetzung unter Mooren. (Neues Jahrb. f. Min, Geol. u. Pal. 1911, Beilage, Bd. XXXI, Heft 1.)
— Kurd, Über Kornvergrößerung und Sinterung. (Silikat-Zeitschrift, Archiv f. Wiss. u. Technik der Silikate und Keramisches Zentralblatt 1914, 2, Nr. 1 u. 2.)
Engelhardt, Hermann, Über den Kalktuff. (Programm der Realschule I. Ordn. z. Neustadt-Dresden.)
Escher-Hess, Mikroskopische Untersuchung einiger Sedimente Trias-Lias. (Zürich 1903.)
Felix, J., Studien über tertiäre und quartäre Korallen- und Riffkalke aus Ägypten und der Sinaihalbinsel. (Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1904, 56, pag. 168—206.)
Fischer, Ernst, Die Versteinerungs- und Vererzungsmittel. (Wissenschaftl. Beilage zum Programm der fünften städt. höh. Bürgerschule zu Berlin 1891.)
— Hermann, Beiträge zur Kenntnis der unterkarbonischen Triasgesteine. (Geognost. Jahreshefte 1908, Jahrg. XXI.)
— Über dolomitische Gesteine der unterfränkischen Trias. (Geognost. Jahreshefte 1911, Jahrg. XXIV.)
— Ein mariner (?) Oolith aus Zentralafrika. (Centralblatt f. Mineral., Geol. u. Paläontol. 1913, pag. 112.)
— Experimentelle Studien über die Entstehung der Sedimentgesteine. (Monatsber. der deutsch. Geolog. Gesellsch. 1910, Nr. 3.)
— Paul, Sedimentbildung am heutigen Meeresboden, dargestellt auf Grund der neueren Tiefseeforschungen. (Jahresbericht des städtischen Realgymnasiums zu Leipzig, Ostern 1901.)
— Ernst, In welchen Meerestiefen haben sich unsere Juraschichten gebildet? (Jahreshefte des Vereins f. vaterländ. Naturkunde in Württemberg 1912.)
Foote, H. W., Über die physik.-chem. Beziehung zwischen Aragonit und Kalzit. (Zeitschr. f. physik. Chemie, 33, pag. 740.)
Forch, Carl, Die Fällung feiner Tontrübungen in Salzlösungen. (Annalen der Hydrographie u. S. W. 1912.)
Frantzen, W., Untersuchungen über die Gliederung des unteren Muschelkalkes in einem Teile von Thüringen und Hessen und über die Natur der Oolithkörner in diesen Gebirgsschichten. (Jahrb. der königl preuß. geol. Landesanstalt 1887.)
— Untersuchungen über die Gliederung des unteren Muschelkalks im nordöstlichen Westfalen und im südwestlichen Hannover. (Jahrbuch der königl. preuß. geol. Landesanstalt 1888.)
Friedrich, K., Beiträge zur Kenntnis der thermischen Dissoziation und der Konstitution leicht zerlegbarer Mineralien. (Centralblatt für Min., Geol. u. Pal. 1912, Nr. 20, 21, 22.)
Früh, J., Zur Kenntnis der gesteinbildenden Algen der Schweizeralpen. (Abhandl. der schweizer. paläontologischen Gesellschaft 1890, Vol. XVII.)
Fuchs, Th., Über die Entstehung der Aphychenkalke. (Sitzungsber. der kais. Akad. der Wissensch. Jahrg. 1877, I. Abteil.)
— Über die Kräfte, durch welche die Meeressedimente von der Küste gegen die Tiefe zu bewegt werden. (Verh. k. k. geol. Reichsanstalt 1877, pag. 225.)
— Welche Ablagerungen haben wir als Tiefseebildungen zu betrachten? (Neues Jahrbuch f. Min., Geol. u. Pal., II. Beil.-Bd.)
— Die neueren Untersuchungen über die Natur der Coccolithen. (Verh. k. k. geol. Reichsanstalt 1905, pag. 172—174.)
Futterer, Referat über: Murray u. A. F. Renard: Deep-Sea Deposits, in the Voyage of H. M. S. Challenger. (Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1893.)
Gassner, Ludwig, Weitere Beiträge zur Kenntnis des kohlensauren Kalkes. (Dissertation, Freiburg i. Br.)
Gaub, Alb. Fried., Über oolithbildende Ophthalmidien im Dogger der schwäbischen Alb. (Centralbl. für Mineral. 1908.)
— Die jurassischen Oolithe der schwäbischen Alb. (Geologische und Paläontologische Abhandlungen herausg. von E. Koken. Neue Folge, Bd. IX, Heft 4.)

Gebbing, J., Chemische Untersuchungen von Meeresboden-, Meerwasser- und Luftproben der Deutschen Südpolarexpedition. („Deutsche Südpolarexpedition 1901—1903". 1909, VII, Heft II, pag. 77—234.)
Gilliéron, V., Sur le calcaire d'eau douce de Moutier attribué au purbeckien. („Verhandlungen der Naturf. Ges. in Basel", Tl. VIII, p. 486.)
Ginsberg, A. J., Isomorphismus der Calcium- und Manganbisilikate. (Zeitschr. f. anorgan. Chemie 1908, 59.)
Glinka, K., Der Glaukonit, seine Entstehung, sein chemischer Bestand und die Art und Weise seiner Verwitterung. (Publication de l'Instit. agron. de Nowo-Alexandria St. Petersbourg 1896.)
Goldschmidt, Viktor, Über das Wesen der Kristalle I und II. (Annalen der Naturphilosophie Bd. IX.)
— V. M., Die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet. (Videnskapsselskapets Skrifter. I. Mat.-Naturw. Klasse. 1911, Nr. 1.)
— Ein Kambrisches Konglomerat von Finse und dessen Metamorphose. (Geologisch-petrographische Studien im Hochgebirge des südlichen Norwegens. Videnskapsselskapets Skrifter. I. Mat.-Naturw. Klasse. Nr. 18.)
— Die Gesetze der Gesteinsmetamorphose, mit Beispielen aus der Geologie des südlichen Norwegens. (Videnskapsselskapets Skrifter. I. Mat.-Naturw. Klasse. Nr. 22.)
Gothan, W., Die sogenannten echten Versteinerungen der Pflanzen und die Konkretionen. (Naturwissenschaftl. Wochenschr. 1909, N. F., Bd. VIII, Nr. 17.)
Götzinger, Gustav, Die Sedimentierung der Luzerner Seen. (Verhandl. der k. k. geol. Reichsanstalt 1911, Nr. 8.)
Grandjean, F., Le feldspath néogène de terrains sédimentaires non métamorphiques. (Bull. de la Soc. Française de Minéralogie 1909, Tom. XXXII, No. 3 – 4.)
— Coloration des argiles par les couleurs d'aniline. (Bulletin de la Société Française de la Minéralogie, Dez. 1909, Tome XXXII, No. 9.)
— Deuxième note sur le feldspath néogène des terrains sédimentaires non métamorphiques. (Bull. de la Soc. Française de Minéralogie 1910, Tom. XXXIII, No. 2.)
Gümbel, C. W. v., Über Foraminiferen, Ostracoden und mikroskopische Tier-Überreste in den St. Cassianer und Raibler Schichten. (Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1869, Bd. 19, Heft 1.)
— Die sogenannten Nulliporen I. (Abhandl. der k. bayer. Akademie der W. Kl. II, Bd XI, Abt. I.)
— Mitteilungen an Prof. H. B. Geinitz: 1. Coccolithen im Eocänmergel, 2. Coccolithen fehlen in dem Tiefseeschlamm unserer Alpenseen, 3. Untersuchungsart der dichten Kalksteine, 4. Arten der Oolithbildung. (Neues Jahrb. f. Min. Geol. u. Pal. 1873, pag. 299.)
— Briefliche Mitteilung an W. Dames: Über die Beschaffenheit der Molluskenschalen. (Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch. Jahrg. 1884.)
— Geologisch-mineralogische Untersuchungen der Meeresgrundproben a. d Nordsee. (Die Ergebnisse der Untersuchungsfahrt S. M. Knbt. „Drache" in der Nordsee i. d. Sommern 1881, 1882, 1884. Berlin 1886.)
— Über die Grünerde vom Monte Baldo. (Sitzungsberichte der königl. bayer. Akademie d. Wissenschaften 1896.)
Häberle, D., Über traubige und zapfenförmige konkretionäre Bildungen im Buntsandstein. (Jahres-Berichte und Mitteilungen des Oberrheinischen geologischen Vereines. Stuttgart 1913, Bd. 3, Heft 1.)
Haeusler, Rudolf, Untersuchungen über die mikroskopischen Strukturverhältnisse der Aargauer Jurakalke. (Dissertation, Zürich.)
Harting, P., Recherches de Morphologie Synthétique sur la production artificielle de quelques formations calcaires organiques. (Publiées par l'Academie Royale Néerlandaise des Science. Amsterdam.)
Hassler, Carol, Die Bestimmung der Kolloide im Ackerboden (Inaugural-Dissertation, Merseburg 1911.)
Haug, R., Die gebräuchlichsten Entkalkungsmethoden. (Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie, Bd VIII, Heft 1.)
Heeger, Walther, Petrogenetische Studien über den Unteren und Mittleren Buntsandstein im östlichen Thüringen. (Inaugural-Dissertation, Jena.)
Heim, Albert, Mechanismus der Gebirgsbildung. (Basel 1878.)
— Stauungsmetamorphose an Walliser Anthracit und einige Folgerungen daraus. (Vierteljahrsschr. der Naturforsch. Gesellsch., Zürich 1896, Jahrg. XLI, Jubelband.)
— Geolog. Nachlese, Nr. 21. Einige Gedanken über Schichtung. (Vierteljahrsschr. der Naturforsch. Gesellsch., Zürich 1909, Jahrg. 54.)
— und Allenspach, G., Geologische Nachlese, Nr. 12: Gneißfältelung in alpinem Centralmassiv, ein Beitrag zur Kenntnis der Stauungsmetamorphose, und: Dünnschliffe von gefälteltem Röthidolomit-Quartenschiefer am Piz Urlaun. (Vierteljahrsschr. der Naturf. Gesellsch., Zürich 1900, Jahrg. XLV.)
— Arnold, Über rezente und fossile subaquatische Rutschungen und deren lithologische Bedeutung. (N. J. 1908, II, pag. 136—157.)
— Über die Gesteinsverknettungen bei Iberg. (Centralblatt für Mineralogie, Geologie u. Paläontologie, Jahrg. 1909, Nr. 20, S. 631—636.)

Hein, Heinrich, Untersuchung über faserige Kieselsäure und deren Verhältnis zu Opal und Quarz. (Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. Stuttgart 1907, Beilage-Bd. XXV.)
Hilger, A., Die chemische Zusammensetzung von Gesteinen der Würzburger Trias. (Mitt. aus dem pharm. Inst. Erlangen. München 1889, Heft 1.)
Hlawatsch, C., Der Aragonit von Rohitsch. („Zeitschrift für Krystallographie usw.", Bd. XLVII, Heft 1.)
Högbom, A. G., Über Dolomitbildung und dolomitische Kalkorganismen. (Neues Jahrb. f. Mineralogie, Geologie u. Pal. 1894, I.)
Hohenstein, Viktor, Beiträge zur Kenntnis des mittleren Muschelkalks und des unteren Trochitenkalks am östlichen Schwarzwaldrand. (Geologische und paläontologische Abhandlungen. Jena 1913, Bd. 12, Heft 2.)
Holtedahl, Olaf, Studien über die Etage 4 des norwegischen Silursystems beim Nyösen. (Videnskapsselskapets Skrifter. I. Math.-Naturw. Kl. 1909, Nr. 7.)
— Kalkstensforekomster i Kristianiafeltet. (Nörges Geologiske Undersökelse. No. 63.)
Hundeshagen, Franz, Über die Anwendung organischer Farbstoffe zur diagnostischen Färbung mineralischer Substrate (Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1909, Beil.-Bd. XXVIII, p. 335.)
Issler, Alfred, Beiträge zur Stratigraphie und Mikrofauna des Lias in Schwaben. (Palaeontographica, Stuttgart 1908, Bd. LV.)
Inostranzeff, A. v., Untersuchungen von Kalksteinen und Dolomiten als Beitrag zur Kenntnis des Metamorphismus. (Tschermaks Mineralog Mitteilungen, Jahrg. 1872, Heft I.)
Jentzsch, A., Über den Untergrund norddeutscher Binnenseen. (Zeitschr. der Deutschen geol. Gesellsch. 1902, Bd. 54, Heft 3.)
Johnston, John, The Thermal Dissociation of Calcium Carbonate. (Journal of the American Chemical Society, Eeston, Pa., Aug. 1910.)
Johnstrup, F., Sur le calcaire de Faxe près d'Annetorp en Skanie. (Res. du Bull. de la Soc. Roy Dan. des sciences 1866.)
Joly, J., The amount of Thorium in Sedimentary Rocks. (Philosophical Magazine, Aug. 1910.)
Jonas, R., Über die Juraformation von Niegranden in Kurland. (Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1897, Bd. I.)
Jüssen, Edmund, Über pliozäne Corallen der Insel Rhodus. (Sitzungsber. der kais. Akad. der Wissensch. Bd. XCIX, Abt. I.)
Kaiser, Erich, Die Verwitterung der Gesteine, besonders der Bausteine. (Band I des „Handbuch der Stein-Industrie".)
Kalkowsky, Ernst, Die Verkieselung der Gesteine in der nördlichen Kalahari. (Abhandl. der Iris, Dresden 1901.)
— Oolith und Stromatolith im norddeutschen Buntsandstein. (Zeitschrift der Deutschen geol. Gesellsch. 1908, Bd. 60, Heft I.)
Kappers, C. U. Ariëus, Die Bildung künstlicher Molluskenschalen. (Zeitschr. f. Allgem. Physiologie 1907, Bd. VII, Heft 2 u. 3.)
Kasai, S., Portlandzement mit Puzzolanzusatz. (Berlin 1911.)
Kelly, Agnes, Beiträge zur mineralogischen Kenntnis der Kalkausscheidungen im Tierreich. (Jenaische Zeitschrift f. Naturwissensch., Bd. 35, N. F. Bd. 28, Heft IV.)
Klemm, Gustav, Mikroskopische Untersuchungen über psammitische Gesteine. (Dissertation, Leipzig.)
Klement, C., Über die Bildung des Dolomits. (Tschermaks Mineralog. u. Petrograph. Mitteilungen 1895.)
Kick, Friedr., Über Härtebestimmungen. (Zeitschrift des österr. Ingenieur- u. Architektenvereins 1891, Heft I.)
— Über den Einfluß der Schmiermittel auf die Formänderung bei Druckversuchen und auf den Reibungskoëffizienten. („Technische Blätter" 1903.)
— Die Prinzipien der mechanischen Technologie und die Festigkeitslehre. (Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XXXVI, p. 919.)
Kilian, M. W., und Hovelaque, Album de Micropliotographies des Roches Sedimentaires. (Paris 1900.)
Kišpatić, M., Bauxite des kroatischen Karstes und ihre Entstehung. (Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1912, Beil.-Bd. XXXIV, p. 513.)
Knop, A., Über Kieselsäure-Abscheidung und Oolithbildung. (Neues Jahrb. f. Mineral. 1874.)
Korschelt, E., Perlen, Altes und Neues über ihre Struktur, Herkunft und Verwertung. („Fortschritte der Naturwissenschaftlichen Forschung", Siebenter Band. Wien-Berlin.)
Krech, Karl, Beitrag zur Kenntnis der oolithischen Gesteine des Muschelkalks um Jena. (Jahrb. der königl. preuß. geol. Landesanstalt 1909, Bd. XXX, Teil I, Heft 1.)
Küppers, Ernst, Physikalische und mineralogische Untersuchung von Bodenproben aus Ost- und Nordsee. Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen, Abteilung Kiel, Bd. X, N. F.)

Kukuk, Über Torfdolomite in den Flözen der niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenablagerung. (Glückauf, Berg- und Hüttenmännische Zeitschr., 45. Jahrg., Nr. 32.)
Lacroix, A., Sur la Ktypéite etc. (C. R 126, pag. 602.)
Lang, Heinr. Otto, Über die Sedimentärgesteine aus der Umgegend von Göttingen. (Zeitschr. der Deutschen geol. Gesellsch. 1881, Bd. XXXIII, Heft 2.)
Lang, Richard, Über Koolinit in Sandsteinen des schwäbischen mittleren Keupers. (Centralbl. f. Mineralogie 1909.)
— Über eine Einteilung nichtmetamorpher Sedimente in Tiefenzonen nach der Ausbildung ihrer Fe- und Al-Mineralien. (Centralbl. f. Mineral. 1910, Nr. 3.)
— Übersicht über die Bildungsweise und chemische Wetterbeständigkeit der Sandsteine. (Der Steinbruch 1912, VII. Jahrg., Heft 12, 13, 14 u. 15.)
— Lublinit, die monokline Modifikation des Calciumcarbonats. (Neues Jahrbuch für Min., Geol. u. Paläont. Beilage-Band XXXVIII, pag. 121—184.)
Lange, Alfred, Über das Verhalten von kohlensaurem Kalk zu Kobaltsalzen. (Dissertation, Freiburg i. Br.)
Langenbeck, R., Die Theorien über die Entstehung der Korallenriffe usw. (Leipzig 1890.)
— Sammelreferat über Korallenriffe. (Geograph. Zeitschr. 1897, Bd. 3, pag. 514—529, 566—581, 634—643.)
— Der gegenwärtige Stand der Korallenrifffrage. (Geograph. Zeitschr., 13. Jahrg., Heft 1 u. 2.)
Le Chatelier, Henry, La Silice et les Silicates. (Paris 1914.)
Leitmeier, Hans, Eine Opalbreccie von Gleichenberg in Steiermark. (Centralbl. f. Min., Geol. u. Pal. 1908, Nr. 23, pag. 716.)
— Calcitkristalle in einem marmorisierten Kalkeinschlusse des Basaltes von Weitendorf in Steiermark. (Centralbl. f. Min., Geol. u. Pal. 1908, Nr. 9, pag. 257.)
— Der Basalt von Weitendorf. (Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Paläontol. 1909.)
— Die Absätze des Mineralwassers von Rohitsch-Sauerbrunn in Steiermark. (Zeitschr. f. Krystallographie usw., Bd. XLVII, Heft 2.)
— Zur Kenntnis der Carbonate: Die Dimorphie des kohlensauren Kalkes. I. (Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1910, Bd. I, Heft 2.)
— Calciumcarbonat ($CaCO_3$). (Handbuch der Mineralchemie 1911, Bd. I, Heft 2, pag. 272.)
Lehmann, O., Flüssige Kristalle sowie Plastizität von Kristallen im allgemeinen, molekulare Umlagerungen und Agregatszustandsänderungen. (Leipzig 1904.)
— Die Selbstreinigung flüssiger Kristalle. (Die Umschau v. 26. Nov. 1910, Nr. 48.)
— Neue Untersuchungen über flüssige Kristalle. (Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften 1911.)
Leiningen, Graf zu, Über Humusablagerungen in den Kalkalpen. (Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft, Jahrg. 1908, Heft 11, und 1909, Heft 1, 3 u. 5.)
— Über Humusablagerungen im Gebiet der Zentralalpen. (Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft, Jahrg. 1912, Heft 10.)
Lemberg, J., Zur mikroskopischen Untersuchung von Calcit, Dolomit und Predazzit. (Briefl. Mitteil. an C. A. Tenne.) (Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch. I. 1887, II. 1888.)
— Zur mikrochemischen Untersuchung von Calcit, Dolomit und Predazzit. (Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. 1888, 90, pag. 357.)
— Zur mikroskopischen Untersuchung einiger Minerale. (Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch. 1892, S. 291.)
— An C. A. Tenne: Zum mikrochemischen Nachweis des Eisens. (Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch. 1892, p. 832.)
Leuthardt, F., Nachtrag zu den Crinoidenbänken im Dogger der Umgebung von Liestal. (Tätigkeitsber. der Naturf. Gesellsch Baselland, 1902 u. 1903 und 1904—1906.)
— Über die echinodermen Breccien von Liestal. (Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Paläontol. 1911, Bd. II, Heft 2.)
Leydolt, Franz, Über die Struktur und Zusammensetzung der Kristalle des prismatischen Kalkhaloids. (Jännerheft des Jahrg. 1856 der Sitzungsber. der mathemat.-naturw. Klasse der kais. Akademie der Wissensch. Bd. XIX, p. 16.)
Liebetrau, Edmund, Beiträge zur Kenntnis des unteren Muschelkalks bei Jena. (Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch. 1889, Bd. XLI, Heft 4.)
Liebus, Adalbert, Ergebnisse einer mikroskopischen Untersuchung der organischen Einschlüsse der oberbayrischen Molasse. (Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt 1902, Bd. 52, Heft 1.)
Linck, G., Die Bildung der Oolithe und Rogensteine. (Neues Jahrb. f. Mineral., Geol. u. Paläontol. Beilage-Bd. XVI, p. 495—513.)

Linck, G., Über die Bildung der Oolithe und Rogensteine. (Jenaische Zeitschr. f. Naturwissensch. 1909, Bd. 45.)
— Über die Entstehung der Dolomite. (Monatsber. der Deutsch. geol. Gesellsch., Jahrg. 1909, Bd. 61, Nr. 5.)
— Über die Bildung der Kalksteine. (Naturwissenschaftl. Wochenschr. 1909, N. F. Bd. VIII, Nr. 44.)
— Über die Bildung der Carbonate des Calciums, Magnesiums und Eisens. (Handbuch der Mineralchemie, Bd. I, 1.)
Lindemann, Bernhard, Über einige wichtige Vorkommnisse von körnigen Carbonatgesteinen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Entstehung und Structur. (Dissertation, München.)
Lörenthey, Emerich, Mikroskopische Untersuchungen der paläozoischen Gesteine. (Wissenschaftliche Ergebnisse der Reise des Grafen Béla Széchenyi in Ostasien. III. Band: „Die Beschreibung des gesammelten Materials", IV. Abt. — Budapest.)
Lohmann, H., Die Coccolithophoriden, eine Monographie der Coccolithen bildenden Flagellaten usw. (Archiv für Protistenkunde 1902, I, pag. 89—165.)
— Untersuchungen über die Tier- und Pflanzenwelt, sowie über die Bodensedimente des Nordatlantischen Ozeans zwischen dem 38. und 50. Grade nördl. Breite. (Sitzungsber. d. kgl. preuß. Akad. d. Wissensch., Phys.-Math. Kl., 1903, pag. 560—583.)
Loretz, H., Untersuchungen über Kalk und Dolomit. I u. II. (Zeitschr. d. Deutsch. geol. Gesellsch., Bd. XXX, Heft 3, und Bd. XXXI, Heft 4, 1879.)
Louderback, Georg David, Pseudostratification in Santa Barbara county, California. (University of California Publications. Bulletin of the Departments of Geologie. Vol. 7, No. 2. Issued, May 25, 1912.)
Luedecke, Carl, Untersuchungen über Gesteine und Böden der Muschelkalkformation. (Dissertation, Leipzig 1892.)
Mahler, Otto, Über das chemische Verhalten von Dolomit und Kalkspat. (Dissertation, Freiburg.)
Martin, K., Bemerkungen über sog. Korallenkalk oder Karang. (Centralbl. f. Min., Geol. u. Pal. 1911, pag. 282.)
May, Walter, Die neueren Forschungen über die Bildung der Korallenriffe. (Zoolog. Centralbl. Jahrg. XI, Nr. 8.)
Meigen, W., Eine einfache Reaktion zur Unterscheidung von Aragonit und Kalkspath. (Centralblatt f. Mineralogie, Geol. u. Paläontol. 1901, Nr. 19.)
— Die Unterscheidung von Kalkspath und Aragonit auf chemischem Wege. (Berichte über die Versamml. des Oberrheinischen geol. Vereins am 2. April 1902, Freiburg i. Br.)
— Beiträge zur Kenntnis des kohlensauren Kalkes. I, II u. III. (Berichte der Naturforsch. Gesellsch. zu Freiburg i. Br. 1905, Bd. XV, S. M.)
— Chemische Reaktionen zur Unterscheidung der Erdalkali-Carbonate. (Handbuch der Mineralchemie, Bd. I, 1.)
Meissner und Collin, A., Beiträge zur Fauna der südöstlichen und östlichen Nordsee: Echinodermen. (Wissenschaftl. Meeresuntersuch. 1894, Bd. I, Heft 1.)
Michaelis sen., Der Erhärtungsprozeß der kalkhaltigen hydraulischen Bindemittel. (Dresden 1909.)
Michel, H., Die Anwendung der Kolloidchemie auf Mineralogie und Geologie. (Zeitschr. f. Chemie und Industrie d. Kolloide 1913, Bd. XII, Heft 4.)
Milch, L., Beiträge zur Kenntnis des Verrucano. Zweiter Teil. (Leipzig, 1896.)
Mojsisovics von Mojsevar, Edmund, Die Dolomit-Riffe von Südtirol und Venetien. (Wien 1879.)
Mügge, O., Über die Zustandsänderung des Quarzes bei 570°. (Neues Jahrbuch f. Mineral., Geol u. Paläont. 1907, Festband, pag. 181.)
— Über deformierte Kalkspäte aus dem Devon des Sauerlandes. (Neues Jahrbuch f. Mineral., Geol. u. Paläontol. 1913, Bd. I, Heft 3, pag. 1.)
Murray, John, und Philippi, E., Referat von K. Futterer über: Die Grundproben der „Deutschen Tiefsee-Expedition". (Deutsche Tiefsee-Expedition 1898—1899, Bd. X.)
Nahnsen, Martin, Über die Gesteine des norddeutschen Korallenooliths, insbesondere die Bildungsweise des Ooliths und Dolomits. (Neues Jahrbuch f. Mineralogie, Geologie u. Paläontologie, Beilage-Band XXXV, S. 277—351.)
Nathusius-Konigsborn, W. v., Untersuchungen über Nicht Celluläre Organismen, namentlich Crustaceenpanzer, Molluskenschalen und Eihüllen. (Berlin 1877.)
Natterer, Konrad, Chemisch-geologische Tiefsee-Forschungen. (Geograph. Zeitschr. 1899.)
Neminar, Edmund F., Über die Entstehungsweise der Zellenkalke und verwandter Gebilde. (Tscher. Min. Mitt. 1875, Heft IV.)
Neuberg, C., Über kolloidale und gelatinöse Calcium- und Magnesiumverbindungen. (Sitzungsber. der königl. preuß. Akad. der Wissensch., Jahrg. 1907.)
Niggli, Paul, Die Chloritoidschiefer und die sedimentäre Zone am Nordstrande des Gotthardmassives. (Beiträge zur geolog. Karte der Schweiz, N. F. Lief. XXXVI, des ganzen Werkes Lief. 66.)

Ochsenius, Karl, Die Bildung mächtiger mariner Kalkabsätze. (Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Paläontol. 1890, II.)
Osann, A., Petrochemische Untersuchungen I. (Abhandl. der Heidelberger Akademie der Wissenschaften.)
Pantinelli, Dante, Note microlitologiche sopra i calcari. (Acad. Rom., 5. Marzo 1882.)
Passarge, Siegfr , Die Kalkschlammablagerungen in den Seen von Lychen, Uckermark. (Jahrb. der königl. Preuß. Geol. Landesanstalt u. Bergakademie 1901, Bd XXII, Heft 1.)
Peine, Johannes, Beiträge zur Kenntnis der Abscheidungen des kohlensauren Kalkes aus meerwasserähnlichen Lösungen. (Inaugural-Dissertation, Jena.)
Penk, Referat über J. Murray und R. Irving: On Coral Reifs and other Carbonate of Lime Formations in modern seas. (Neues Jahrb. f. Mineralogie 1892, II.)
Peters, K. F., Über einige Krinoidenkalksteine am Nordrande der österreichischen Kalkalpen. (Jahrb. der k. k. geolog. Reichsanstalt, Jahrg. 1864, Bd. 14, Heft II.)
Pfaff, Fr., Einige Beobachtungen über Lochseitenkalk. (Zeitschr. d. Deutsch. geol. Gesellsch., Bd. 32, p. 536.)
— Petrographische Untersuchungen über die eocenen Thonschiefer der Glarner Alpen. (Sitzungsber. d. bayer. Akad. math. phys. Kl. vom 1. Mai 1880.)
— F., Einiges über Kalksteine und Dolomite. (Sitzungsber. d. k. bayr. Akad. d. Wissensch., II. Kl , 1882, IV.)
— F. W., Beiträge zur Erklärung über die Entstehung des Magnesits und Dolomits. (Neues Jahrb. f. Mineral. u. Geol., Beilage-Bd. IX, pag 485.)
Philippi, E., Über einen Dolomitisirungsvorgang an südalpinem Conchoden-Dolomit. (Neues Jahrb f. Mineral., Geol. u Paläontol., Jahrg 1899, Bd. I.)
— Über organische Ablagerungen am Grunde der Tiefsee. (Naturw. Wochenschr., N. F. Bd. III [XIX], p. 381.)
— Über Grundproben und geologisch-petrographische Arbeiten der deutschen Südpolar-Expedition. (Verh. d. 15. deutschen Geographentages zu Danzig.)
— Über Dolomitenbildung und chemische Abscheidung von Kalk in heutigen Meeren. (Jahrb f. Mineral., Geol. u. Paläontologie 1907.)
— Über das Problem der Schichtung und über die Schichtbildung am Boden der heutigen Meere. (Zeitschr. d. Deutsch. geol. Gesellsch , Bd. 60, Heft 3, Juli, Aug., Sept. 1908.)
— Über Schichtbildung am Boden der heutigen und vorweltlichen Meere. (Internat. Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrogr. 1909, Bd. II.)
— Die Grundproben der deutschen Südpolar-Expedition 1901—1903. (Erich von Drygalskis Deutsche Südpolarexpedition 1901—1903, Bd. II: Geographie u. Geologie, Heft VI.)
Piwowar, Adam, Über Maximalböschungen trockener Schuttkegel und Schutthalden. (Dissertation, Zürich.)
Plank, Anton, Petrographische Studien über tertiäre Sandsteine und Quarzite. (Dissertation, Gießen.)
Prinz, W , Les cristallisations des Grottes de Belgique. (Nouveaux mémoires de la Société Belge de Géologie, Série IN—4°.)
Ramann, E., Organogene Ablagerungen der Jetztzeit. (Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal., Beilage-Bd. X.).
— Einteilung und Benennung der Schlammablagerungen. (Zeitschr. Deutsch. geol. Ges. 1906, Bd. 58. Monatsber., pag. 174—183.)
Rauff, H., Palaeospongiologie I. (Palaeontographica, Bd. 40. Stuttgart.)
— Barroisia und die Pharetronenfrage. (Paläontologische Zeitschrift, Bd. 1.)
Reis, Otto M., Der mittlere und untere Muschelkalk im Bereich der Steinsalzbohrungen zwischen Burgbernheim und Schweinfurt. (Geogn. Jahreshefte 1901, Jahrg. XIV, pag. 23. München.)
— Über Stylolithen, Dutenmergel und Landschaftenkalk. (Geogn. Jahreshefte 1903, Jahrg. XVI. München.)
— Über permokarbonische Landschaftenkalke. (Geogn. Jahreshefte 1903, Jahrg. XVI.)
— Geologisch-agronomische oder geologische und agronomische Aufnahmen? (Vierteljahresschr. d. Bayr. Landwirtschaftsrates 1907, Ergänzungsheft zu Heft I, pag. 22.)
— Über Oolith und Stromatolith im norddeutschen Buntsandstein. (Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1908, Bd. II.)
— Zur Fucoidenfrage. (Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1909, Bd. 59, Heft 3/4, pag. 615.)
— Seesniterkalke. (Geogn. Jahreshefte 1909, Jahrg. XXII.)
— Beobachtungen über Schichtenfolge und Gesteinausbildungen in der fränkischen Unteren und Mittleren Trias. Geogn. Jahreshefte 1909/10, Jahrg. XXII.)
— Über den oberen Hauptmuschelkalk Frankens. (Zentralbl. f. Mineral. u. Geol., Jahrg. 1911, Nr. 6)
— Über stromatholitische Versteinerung eines karbonischen Pflanzenrestes. (Geogn Jahreshefte 1912, Jahrg. XXV.)
Renard, A., Description Lithologique des Récifs de St.-Paul. (Annales de la Société belge de Microscopie 1882.)
Rhumbler, L., Die Foraminiferen der Plancton-Expedition I. (Kiel 1909.)
Richthofen, Freiherr Ferdinand v., Über die Herkunft des Salzes im Meerwasser. (Naturwissenschaftl. Wochenschrift 1907, N. F. Bd. VI, der ganzen Reihe Bd. XXII, Nr. 2.)

Riemann, G., Der Kalkspat führende Granit von Schmiedeberg im Riesengebirge. (Centralbl. f. Min., Geol. u. Paläontol. 1909, Nr. 24.)
Rinne, F., Beiträge zur Kenntnis der Umformung von Kalkspathkrystallen und von Marmor unter allseitigem Druck. (Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1903, Bd. I.)
— und Boeke, H. E., Über Thermometamorphose und Sammelkristallisation. (Tschermaks Mineral. u. Petrograph. Mitteilungen, Bd. 27, Heft 5 u. 6.)
— Baueritisierung, ein kristallographischer Abbau dunkler Glimmer. (Berichte über d. Verhandl. d. kgl. sächs. Gesellsch. zu Leipzig, math.-phys. Kl., 1911, Bd. 63.)
— Kristallographisch-chemischer Ab- und Umbau insbesondere von Zeolithen. (Fortschritte der Mineralogie, Kristallographie u. Petrographie 1913, Bd. 3, pag. 159.)
Römer, Otto, Untersuchungen über den feineren Bau einiger Muschelschalen. (Dissertation, Rostock.)
Roll, Clara, Recherches sur la Composition Chimique des Calcaires du Crétacé inférieur des environs de Neuchâtel. (Diss. Genève.)
Rolle, Friedr., Mikropetrographische Beiträge aus den Rhätischen Alpen. (Wiesbaden.)
Rose, Gust., Über die Bildung des Kalkspaths und Arragonits. (Annalen der Physik u. Chemie, Bd. XXXII, Nr. 11.)
— Ueber die heteromorphen Zustände der kohlensaures Kalkerde. I u. II. (Abhandlungen der königl. Akademie der Wissensch., Berlin 1856 u. 1858.)
— Dasselbe, III. Teil. (Monatsberichte d. Akad. d. Wiss., Berlin 1860, pag. 365—373, 575—588, 735.
Roßbach, Ferd., Beitrag zur Kenntnis oolithischer Kalksteine. (Dissertation, Jena.)
Rothpletz, Aug., Über die Bildung der Oolithe. (Botanisches Centralbl. 1892, Bd. LI.)
— Über Algen und Hydrozoen im Silur von Gotland und Oesel. (Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar, Bd. 43, No. 5.)
— Über die Einbettung der Ammoniten in die Solnhofener Schichten. (Abhandlungen d. K. Bayer. Akademie der Wiss. II. Kl., Bd. XXIV, Abt. II.)
Ruppin, E., Die Alkalinität des Meerwassers. (Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen, Abteilung Kiel, Bd. XI, N. F.)
Salomon, W., Die Adamellogruppe. (Wien 1908—1910.)
Schade, Heinrich, Zur Entstehung der Harnsteine und ähnlicher konzentrisch geschichteter Steine organischen und anorganen Ursprungs. (Zeitschr. für Chemie und Industrie der Kolloide 1909, Bd. IV, Heft 4.)
Schellwien, E., Der lithauisch-kurische Jura und die ostpreußischen Geschiebe. (Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1894.)
Schillbach, Hans, Mikroskopische Untersuchung des Schaumkalkes bei Jena. (Jena 1890.)
Schirlitz, Paul, Studium zur Geologie des Golfes von Neapel. (Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch. 1886.)
Schmidt, Kurt, Über Mischsalze von Kalzium-Magnesium-Karbonat. (Inaugural-Dissertation, Jena.)
Schneiderhöhn, Hans, Pseudomorphe Quarzgänge und Kappenquarze von Usingen und Niederhausen im Taunus. (Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Paläont., Jahrg. 1912, Bd. II, Heft 1.)
— Die hydatogenen Quarzgänge des Taunus. (Jahres-Berichte und Mitteilungen des Oberrheinischen geologischen Vereins 1913, Bd. 3, Heft 1. Stuttgart.)
Schubel, Walther, Über Knollensteine und verwandte tertiäre Verkieselungen. (Inaug.-Dissertation. Halle 1911.)
Schubert, Richard Joh., Die Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung der bei der ärarischen Tiefbohrung zu Wels durchteuften Schichten. (Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1903, Bd. 53, Heft 3.)
Schulz, K., Beiträge zur Petrographie Nord-Koreas. (Neues Jahrb. f. Min., Bd. XXIX, Heft 1.)
Schuster, Julius, Zur Miktrostruktur der Kohle. (Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Paläont. 1912, Bd. II. Stuttgart.)
Schwager, Konrad, Beiträge zur Kenntniss der mikroskopischen Fauna jurassischer Schichten. (Würtembergische naturw. Jahreshefte 1865, Heft 1.)
Seidlitz, W. von, Die Nehrung von St. Maura (Leukas). Untersuchungen über die Bildung rezenter Flachseesedimente. (Verhandl. Deutsch. Naturforsch. u. Ärzte, 83. Versamml., Karlsruhe 1911.)
Seitz, Adolf Leo, Vergleichende Studien über den mikroskopischen Knochenbau fossiler und rezenter Reptilien. (Abhandl. der kaiserl. Leop.-Carol. deutschen Akademie der Naturforscher, Bd. LXXXVII, Nr. 2.)
Sherzer, William H., Criteria for the recognition of the various types of sand grains. (Bulletin of the Geological Society of America, Vol. 21, pp. 625—662, pls. 43—47.)
Sickenberger, E., Natürliche Cementbildung bei Cairo, Egypten. (Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch. 1899.)
Sokol, R, Über die Methoden einzelner Bestandteile einer feinkörnigen Grundmasse im Dünnschliffe zu unterscheiden. (Centralbl. f. Mineral., Geol. u. Paläont. 1911, pag. 276.)
Solms-Laubach, H. Graf zu, Über die in den Kalksteinen des Kulm von Glütegisch-Falkenberg in Schlesien erhaltenen structurbildenden Pflanzenreste. I, II, III. (Botanische Zeitung, Jahrg. L, LI u. LIV.)
— Die strukturbildenden Pflanzengesteine am Franz-Josefs-Land. (Kungl. Svenska Vetenskap-Akademiens Handlingar, Bd. 37, No. 7.)

Sorby, H. C., Structure and origine of limestone. (Quart. journ. geol. soc. London, Vol. 35, pag. 56.)
— On the Application of quantitative Methods to the Study of Rocks. (Quaterly Journal of Geological Society 1908.)
Spangenberg, Kurt, Die künstliche Darstellung des Dolomits. (Leipzig und Berlin 1913.)
Spezia, Giorgio, Sulle Inclusioni di Anidride Carbonica Liquida nella Calcite di Traversella. (Accademia delle Scienze di Torino, 10. Febbraio 1907, vol. XLII.)
Stahl, Alfred, Die Verbreitung der Kaolinlagerstätten in Deutschland. (Dissertation, Berlin.)
— Deutschlands Kaolinlagerstätten und ihre Entstehung. („Sprechsaal", Zeitschr. f. d. Keramischen, Glas- und verw. Industrien, Jahrg. 46, Nr. 7 u. 8.)
Staff, H. v., Beiträge zur Kenntniss der Fusulinen. (Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal., Beil.-Bd. XXVII.)
— Die Anatomie und Physiologie der Fusulinen. (Zoologica, herausg. v. Prof. Dr. Carl Chun, Leipzig, Bd. 22, Heft 58, Lief. 6 [Stuttgart]).
Steinmann, Gust., Mikroskopische Tierreste aus dem deutschen Kohlenkalke (Foraminiferen und Spongien). (Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch., Jahrg. 1880.)
— Über Schalen- und Kalksteinbildung. (Berichte der Naturforschenden Gesellschaft, Freiburg i. Br., Bd. IV, Heft 5.)
— Über die Bildungsweise des dunklen Pigments bei den Mollusken nebst Bemerkungen über die Entstehung von Kalkkarbonat. (Berichte der Naturforschenden Gesellsch., Freiburg i. Br., Mai 1899, Bd. XI, Heft I, S. 40—45.)
Stelzner, A. W., Ein Beitrag zur Kenntniss des Versteinerungs-Zustandes der Chinoidenreste. (Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1864.)
— Über den eigenthümlichen Erhaltungs-Zustand einiger Echiniden. (Neues Jahrb. f. Min , Geol. u. Pal. 1866.)
— Über die Isolierung von Foraminiferen aus dem Badener Tegel mit Hilfe von Jodidlösung. (Annalen des k. k. naturhist. Hofmuseums, Bd. V.)
Stempell, W., Über die Bildungsweise und das Wachstum der Muschel- und Schneckenschalen. (Biol. Centralblatt 1900, Bd. XX, Nr. 18—22.)
Steushoff, Ulrich, Torf- und Wiesenkalk-Ablagerungen im Rederaug- und Moorsee-Becken.
Stremme, H., Zur Kenntnis der wasserhaltigen und wasserfreien Eisenoxydbildungen in den Sedimentgesteinen. (Zeitschr. f. prakt. Geol. 1910, Bd. XVIII, pag. 18.)
— Allophan, Halloysit und Montmorillonit sind in der Tat nur Gemenge von Tonerde- und Kieselsäuregel. (Zeitschr. f. Mineral., Geol. u. Paläontol. 1911, pag. 205.)
— Die Bestimmung des Kolloidgehaltes im Boden. (La Pédologie I.)
— Die Tonmineralien. („Sprechsaal", Zeitschr. f. d. Keram., Glas- u. verw. Industrie, Jahrg. 47, aus Nr. 9—18.
— Über die physikalische Natur der kolloidalen wasserhaltigen Tonerdesilikate. (Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Jahrg. 1914, Nr. 3, p. 80—85.)
— und Aarnio, B., Die Bestimmung des Gehaltes anorganischer Kolloide in zersetzten Gesteinen und deren tonigen Umlagerungsprodukten (Zeitschr. f. praktische Geologie, Jahrg. XIX, Heft 10.)
— und Grupe, O., Die Basalte der Sollings und ihre Zersetzungsprodukte. (Jahrb. d. Kgl. preuß. geol. Landesanstalt.)
Sudry, Louis, L'étang de Thau essai de monographie océanographique. (Thèse présentées à la Faculté des Sciences de Nancy, Monaco 1910.)
— Expériences sur la puissance de transport des courants d'eau et des courants d'air et remarques sur le mode de formation de roches sédimentaires détritiques et des dépôts éoliens. Annales de l'Institut océanographiques. (Fondation Albert Ier, Pr. d. Monaco.)
Suess, E., Über die fossilen Zustände der organischen Reste im Leitha-Kalke. (Jahrb. d. geol. Reichsanstalt 1860, pag. 9.)
— Franz, E., Die Bildung der Karlsbader Sprudelschale unter Wachstumsdruck der Aragonitkristalle. (Mitteilungen der geol. Gesellsch. in Wien 1909, Bd. II, pag. 392—444.)
Tchourakoff, A., Sur la Structure et la Croisance des Stalactites Fistulaires. (Tiré de travaux de la Soc. Imperiale des Naturalistes de St. Petersbourg; vol. XXXV, livr 5, Section de Geologie et Mineralogie.)
Thoma, R., Eine Entkalkungsmethode. (Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie, Bd. VIII, Heft 2.)
— Herbert, Henry, A Contribution to the Petrographic of the New Red Sandstone in the West of England. (A. J. G. S., No. 259.)
Thoulet, J , Expériences sur la sédimentation. (Comptes-rendus 1890, T. CXI, p. 619.)
— Précis d'analyse des fonds sous-marins actuels et anciens. (Paris 1907, Chapelot).
— Contribution à l'étude de la transformation des dépôts sédimentaires en roches sédimentaires. (C. R. 147, [1908], pag. 879—881.)
— De la genèse des roches sous-marines connues sous le nom de mattes. (C. R. 150 [1910], pag. 421.)

Thugutt, St. J., Über chromatische Reaktionen auf Calcit und Aragonit. (Centralblatt f. Mineral., Geol. u. Paläontol. 1910, Nr. 24, pag. 768.)
— Sind wirklich Allophan, Halloysit und Montmorillonit einfach nur Gemenge von Tonerde- und Kieselsäuregel? (Centralblatt f. Mineral., Geol. u. Paläontol. 1911, pag. 97.)
Timofejeff, W., Die Chalcedone der Insel Suisari. (Travaux de la Société Impériale des Naturalistes de St. Petersbourg, vol. XXXV, livre 5. Section de Géologie et de Mineralogie. Russisch mit deutschem Resümee.)
Toula, Franz, Die Kalke der Grebenze im Westen des Neumarkter Sattels in Steiermark. (Neues Jahrb. f. Min. u Geol. 1893).
Trautschold, H., Der Klinsche Sandstein. (Moskau 1870.)
Treadwell, F. P., und Reuter, M., Über die Löslichkeit der Bicarbonate des Calciums und Magnesiums. (Zeitschr. für anorganische Chemie, Bd. XVII, Heft 3.)
Tschirwinsky, J. P., Die künstlichen und natürlichen Calcium-Hydrocarbonate. (Neues Jahrb. f. Mineral., Jahrg. 1909, Bd. II, Heft 3.)
Tućan, Fr., Mikrochemische Reaktionen des Gipses und Anhydrites. (Centralbl. f. Min., Geol. u. Paläontol. 1908.)
— Die Kalksteine und Dolomite des kroatischen Karstgebietes. (Belgrad 1911.)
— Die Oberflächenformen bei Carbonatgesteinen in Karstgegenden. (Centralbl. f. Mineral., Geol. u. Paläontologie 1911, pag. 343.)
— Terra rossa, deren Natur und Entstehung. (Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal., Beilageband XXXIV)
— Zur Bauxitfrage. (Centralbl. f. Mineral., Geol. u. Paläontol. 1913, pag. 65.)
— Zur Kenntnis des mehligen Siliciumdioxyds von Milna auf der Insel Brac in Dalmatien mit besonderer Berücksichtigung der Bauxitfrage. (Centralbl. f. Mineral., Geol. u. Paläontol. 1913, Nr. 21, pag. 668—676.)
Turville, Thwaites Fredrik, Sandstones of the Wisconsin Coasts of Lake Superior. (Wisconsin Geol. and Natural History Survey 1912, Bulletin No. XXV, Scientific Series No. 8.)
Vater, Heinr, Über den Einfluß der Lösungsgenossen auf die Kristallisation des Calciumcarbonates. (Zeitschr. f. Kristallographie, Bd. XXI, pag. 433—490, Bd. XXII, Heft 3 u. 5, Bd. XXIV, Heft 4, Bd XXVII, Heft 5, Bd. XXX, Heft 3 u. 5. und Bd. XXXI, Heft 6.
— Über Ktypeït und Conchit. (Zeitschr. f. Kristallographie und Mineralogie 1901.)
Vendl, Aladár, Mineralogische Untersuchung der von Dr. Aurel Stein in Zentralasien gesammelten Sand- und Bodenproben. (Mitteilungen aus d. Jahrb. d. Kgl. Ungarischen Reichsanstalt 1913, Bd. XXI, 1. Heft.)
Vetter, F., Beiträge zur Kenntnis der Abscheidungen des kohlensauren Kalkes aus Bicarbonatlösungen. (Zeitschr. f. Kristallographie usw., Bd. XLVIII, Heft 1.)
Voeltzkow, A., Über Coccolithen und Rhabdolithen nebst Bemerkungen über den Aufbau und die Entstehung der Aldabra-Inseln. (Abh Senckenberg, naturforsch. Ges. 1901, Bd. XXVI, Heft 4, pag. 467.)
— Forschungen über Korallenriffe, I u. II. (Geographischer Anzeiger, Jahrg. 1907, Heft 1 u. 2.)
Vogel von Falkenstein, Kurt, Untersuchung von märkischen Dünensandböden mit Kiefernbestand. (Zeitschr. Internationale Mitteilungen für Bodenkunde 1912.)
Vogt, J. H. L., Der Marmor in Bezug auf seine Geologie, Struktur und seine mechanischen Eigenschaften. (Zeitschr. f. prakt. Geol., Jahrg. 1898, Heft 2.)
— Die Silikatschmelzlösungen. (Christiania 1903.)
Walther, Joh., Die gesteinbildenden Kalkalgen des Golfes von Neapel und die Entstehung strukturloser Kalke. (Zeitschr. d. Deutsch. geol. Gesellsch. 1885.)
— Entstehung und Besiedelung der Tiefseebecken. (Naturw. Wochenschrift 1903/04, pag. 721—726.)
— Die Sedimente der Taubenbank im Golfe von Neapel. (Abh. d. Kgl. Preuß. Ak. Wiss., Berlin 1910, pag. 49.)
Warth, V. H., Die Bildung des Aragonits aus wässerigen Lösungen. (Centralbl. f. Mineralogie 1902.)
Weber, Max, Über Bildung von Flaserkalk. (Geogn. Jahreshefte 1911, Jahrg. XXIV.)
Wehrli, Léon, Über den Kalktuff von Flurlingen bei Schaffhausen. (Vierteljahrsschr. d. naturf. Ges. in Zürich, Jahrg. 39.)
Wenischenk, C., Über die Skeletteile der Kalkschwämme. (Centralbl. f. Mineral., Geol. u. Paläontol. 1905, pag. 581.)
Weiss, Friedr., Vorkommen und Entstehung der Kaolinerden des ostthüringischen Buntsandsteinbeckens. (Diss. Jena 1910.)
Welsch, Jules, Hydrologie souterraine du poitou calcaire. (Speluma, Bull. et Mém. d. l. soc. d. spéléologie, No. 69, Sept. 1912.)
Werner, Eugen, Beiträge zur Kenntnis des kohlensauren Kalkes. (Diss. Freiburg i. Br.)
Werth, E., Lebende und jungfossile Korallenriffe in Ost-Afrika. (Zeitschr. Ges. f. Erdk., Berlin 1901, Bd. XXXVI, pag. 115—144.)
Werveke, L. van, Über Bildungsweise eines Mandeldolomites der Lettenkohle am Südrande der Ardennen. (Mitteilg. der Geol. Landesanstalt von Elsaß-Lothringen 1913, Bd. VIII, Heft 1.)

Werveke, L. van., Bitumenvorkommen in mesozoischen Schichten des Rheintales. (Mitteilg. der Geol. Landesanstalt von Elsaß-Lothringen 1913, Bd. VIII, Heft 1.)

— Mächtigkeit des Trias und des Jura im Unterelsaß. (Mitteilg. der Geol. Landesanstalt von Elsaß-Lothringen 1913, Bd. VIII, Heft 1.)

Wesenberg-Lund, C., Studier over Søkalk, Bønnemalm og Sogytje i danske Indsøer. (Medelelser fra Dansk Geologisk Forening 1893, No. 7 u. 8.)

Wethered, E., On the miscroscopic structure of the jurassic pisolite. (Geol. Mag. 1889.)

Wetzel, W., Über Schaumspat. (Neues Jahrb. f. Mineral., Geol. u. Paläontol. 1910, Bd. II, Heft 3, pag. 63.)

— Untersuchungen über das Verhältnis von Chalcedon und Quarzin zu Quarz. (Centralbl. f. Mineral., Geol. u. Paläontol. 1913, Nr. 12, pag. 356)

Weule, K., Zum Problem der Sedimentbildung. (Annalen der Hydrographie 1896, Bd. XXIV, pag 402.)

Wichmann, Kurze Mitteilung über ein neues Vorkommen von Dolomitisierung am Greitberg bei Holzen. (Monatsber. der Deutsch. geol. Gesellsch. 1909, Nr. 8–10.)

— Richard, Der Korallenoolith und Kimmeridge im Gebiet des Selter und des Ith. (Diss. Göttingen 1907.)

Wiesner, C. A., Beitrag zur Kenntnis der Seekreiden und des kalkigen Teichschlammes der jetzigen oder früheren geologischen Perioden. (Diss. Würzburg 1892.)

Wülfing, E. A., Untersuchung des bunten Mergels der Keuperformation auf seine chemischen und mineralogischen Bestandteile. (Jahreshefte des Ver. f. vaterl. Naturkunde in Württemberg, Jahrg. 1900, Bd. 56, pag. 1–46.)

Yabe, H., Das Strukturproblem der Fusulinenschale. (Beiträge zur Paläontologie und Geologie Oesterreich-Ungarns und des Orients, Bd. XXIII.)

— Über einige gesteinbildende Kalkalgen von Japan und China. (Science Reports of the Tohoku Imperial University, Second Series [Geology], Bd. I, Heft 1.)

Zoellner, Adalbert, Zur Frage der chemischen und physikalischen Natur des Porzellans. (Inaugural-Dissertation Berlin 1908.)

Zsigmondy, Richard, Über die Structur des Gels der Kieselsäure. Theorie der Entwässerung. (Zeitschr. f. anorg. Chemie 1911, Bd. 71.)

# Lebenslauf.

Der Verfasser dieser Arbeit, Freiherr Otto Bernhard Julius Johannes Maria von der Osten-Sacken, wurde zu Illuxt in Kurland am 20. Mai 1877 alten Stiles geboren. Vom 6.—9. Lebensjahre genoß er häuslichen Unterricht bei Lehrerinnen. Vom 9.—16. Jahre besuchte er öffentliche deutsche Privatschulen in Libau, Mitau und Adiamünde, und erhielt, als diese geschlossen wurden, vom 16.—19. Jahre auf Landgütern von deutschen Oberlehrern Privatunterricht.

Darauf lernte er praktisch die Landwirtschaft und betätigte sich hierin. Von Ende 1901 bis April 1904 hörte er an der Universität in Lausanne die Vorlesungen über Chemie, Physik, Zoologie, Mineralogie, Geologie, Paläontologie und physikalische Geographie und arbeitete während dieser Zeit im chemischen, mineralogischen und geologischen Laboratorium. Hierauf machte er freiwillig als Ordonnanz den russisch-japanischen Krieg mit. Zurückgekehrt zwang ihn die lettische Revolution vom Herbste 1905 mit ihren Folgen, im Vaterhause zu bleiben, so daß er erst im Juli 1906 nach Zürich gehen konnte, um hier an der Universität und an der Technischen Hochschule seine Studien wieder aufzunehmen. Hier hörte er die Vorlesungen über Chemie, Mineralogie, Kristallographie, Petrographie, Geologie, Paläontologie, physikalische Geographie und daneben Psychologie, Gehirnanatomie, Zoologie, Embryologie, vergleichende Anatomie und Ethnologie. Im Jahre 1909 begann er mit der vorliegenden Arbeit und im Februar 1913 bestand er seine Examina.

Es ist dem Verfasser vorliegender Arbeit ein Bedürfnis, an dieser Stelle seinen Lehrern, den Herren Professoren und Dozenten: Blanc, Bonard, Brunner, Dufour, Dutoit, Golliez, Lugeon, Renevier und Schenk in Lausanne, und Arbenz, Früh, Greinacher, Grubenmann, Alb. Heim, Ar. Heim, Hescheler, Heuscher, Hezner, Lang, v. Monakow, de Quervain, Rollier, Schardt, Schmidlin, Seippel, Stoll, Werner und Wreschner seinen aufrichtigen Dank auszusprechen. Zu besonderem Danke ist er den Herren Professoren M. Lugeon, U. Grubenmann, K. Hescheler und P. Arbenz verpflichtet; desgleichen in noch höherem Maße dem hochverehrten Herrn Professor O. Stoll, der stets ein reges persönliches Interesse an dem Studiengange des Verfassers nahm. Zu vornehmstem Danke ist der Verfasser seinem hochverehrten Lehrer Herrn Professor Albert Heim verpflichtet, auf dessen Veranlassung die Arbeit begonnen wurde und der in jeder Weise in der ihm eigenen hochherzigen Art den Verfasser unterstützte.

Im Hinblicke auf seine Studien und auf diese Arbeit ist der Verfasser vielen zu aufrichtigem Danke verpflichtet, so für wissenschaftliche Ratschläge den Herren Professoren

E. Wülfing und W. Salomon in Heidelberg und B. Popoff in Petersburg, den Herren Doktoren Th. Woyno in Zürich, E. Dittler in Wien, Fräul. Dr. L. Hezner in Zürich und ganz besonders Herrn Professor H. Stremme in Berlin.

Für psychische und materielle Hilfe dankt der Verfasser auch vielen.

Zuerst in alleruntertänigster Weise seinem Herrn und Kaiser, **Seiner Majestät Kaiser Nikolai dem II., Selbstherrscher aller Reußen.**

Dann dankt er in herzlichster Weise seiner Frau, seinem Vater, seinen Schwestern, Frl. N. von Ergiou, der Gräfin Isa Orlowska, der Fürstin Leonilla zu Sayn-Wittgenstein-Sayn, den Grafen Andreas, Johannes, Josaphat, Michel und Eduard von Plater-Syberg, Herrn Felix Brunner, dem Prinzen Gustav-Alexander zu Sayn-Wittgenstein-Sayn, dem Freiherrn Dietrich von Behr auf Ugahlen und Virginahlen, Sr. Exz. Freiherrn Eduard von der Ropp — Bischof von Wilna, dem Freiherrn Christian von der Osten-Sacken auf Dondangen, dem Grafen Eugen von Plater, dem Freiherrn und der Freifrau Konstantin von der Ropp, Herrn Privatdozenten Dr. med. Richard Faltin, Herrn Professor Oswald Bauer, Herrn Dr. phil. et med. Robert Heller, und seinen Brüdern, den Freiherren Ewald, Ernst, Erich und Harald von der Osten-Sacken.

Endlich dankt er noch seinem Verleger, Herrn Dr. Thost, für dessen weitgehendes Entgegenkommen.

## Erklärung der Tafel I.*)

Fig. 1$\alpha$. Gänsestad; Bryozoenskeletttrümmer.
A. d. Sch. Nr. 23. Verg. 15.

Fig. 1$\beta$. Dasselbe bei gekreuzten Nicols.

Fig. 2$\alpha$. Gänsestad; Echinodermenskeletttrümmer mit ihren Ankristallisationen.
A. d. Sch. Nr. 23c. Verg. 15.

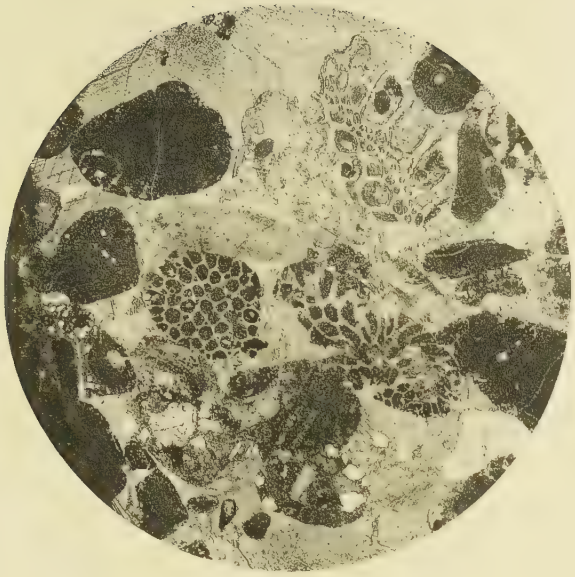
Fig. 2$\beta$. Dasselbe bei gekreuzten Nicols.

Fig. 3$\alpha$. Gänsestad; links Orbitulinenskelett, daneben ein langes Stäbchen, die $\beta$-Struktur zeigend, rechts davon ein Muschelschalentrümmer, die $\alpha$-Struktur zeigend.
A. d. Sch. Nr. 23c. Verg. 15.

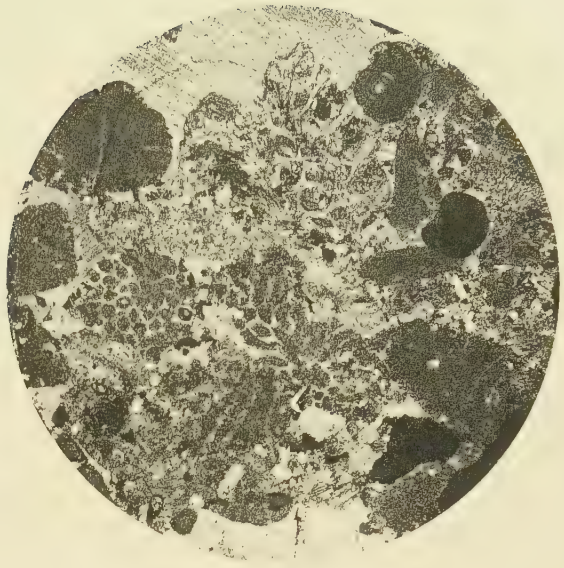
Fig. 3$\beta$. Dasselbe bei gekreuzten Nicols; die $\alpha$- und $\beta$-Strukturen treten gut hervor.

---

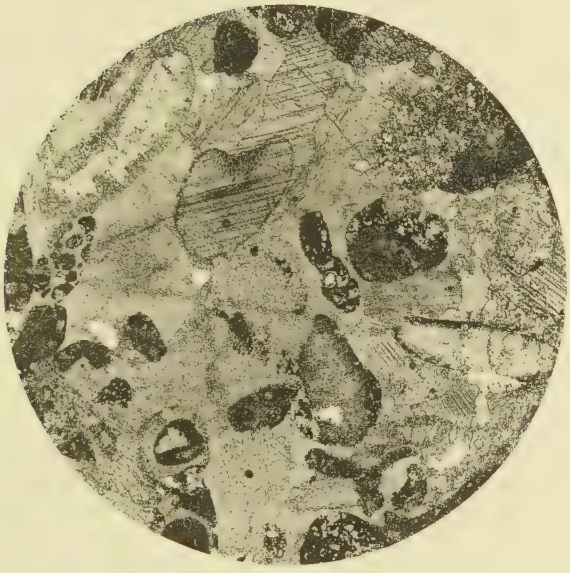
*) Alle Aufnahmen, bei denen nicht speziell etwas anderes gesagt ist, sind im durchfallenden zerstreuten Lichte eines Polarisationsmikroskopes mit nicht ausgeschaltetem Polarisator aufgenommen.



1 α

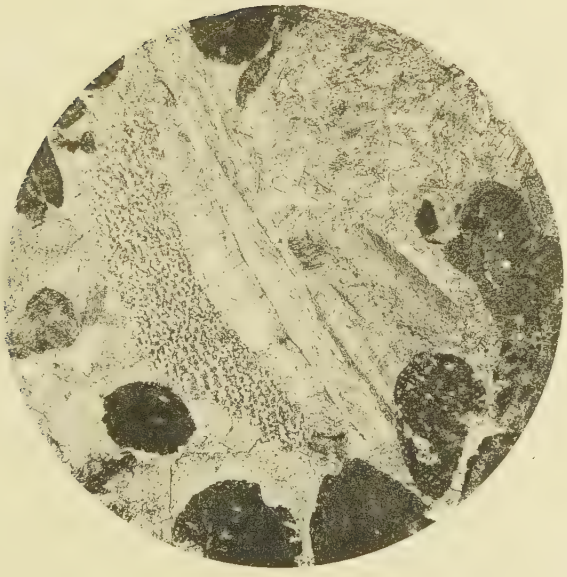


1 β

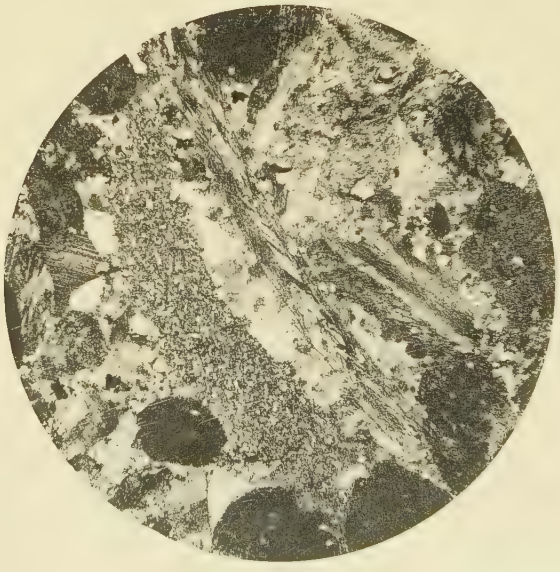


2 α

2 β



3 α



3 β

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W.

## Erklärung der Tafel II.

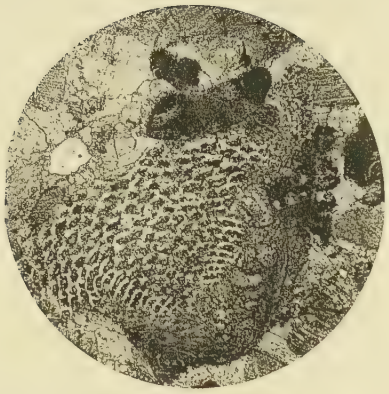
Fig. 4$\alpha$. Gänsestad; ein unbestimmbarer Trümmer.
A. d. Sch. Nr. 23e. Verg. 15.

Fig. 4$\beta$. Dasselbe bei gekreuzten Nicols.

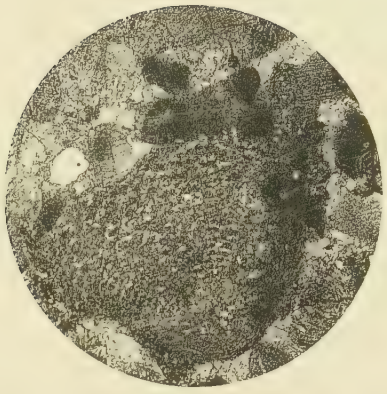
Fig. 5. Gänsestad; Echinodermenskeletttrümmer mit ihren Ankristallisationen, Foraminiferenschale, Mikrogerölle, Paramorphose mit beginnender Verkieselung (links unten).
A. d. Sch. Nr. 23e. Verg. 15.

Fig. 6. Gänsestad; Echinodermenskeletttrümmer mit ihren Ankristallisationen, Bryozoenskeletttrümmer, Orbitulinenskelette (rechts: die weißen Partien bestehen aus mikrokristallin-unorientiertem $CaCO_3$, links: aus ebensolcher $SiO_2$), Trümmer mit $\alpha$-Struktur (unten am Rande).
A. d. Sch. Nr. 23e. Verg. 15.

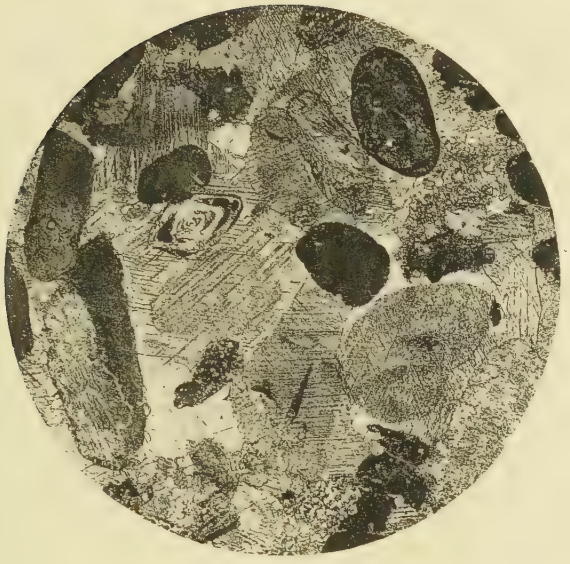
Fig. 7. Gänsestad; Echinodermenskeletttrümmer mit ihren Ankristallisationen (in der Mitte links: positive, rechts oben am Rande: negative Gitterstruktur), Orbitulinenskelett, in Verkieselung begriffene Paramorphosen.
A. d. Sch. Nr. 25. Verg. 15.



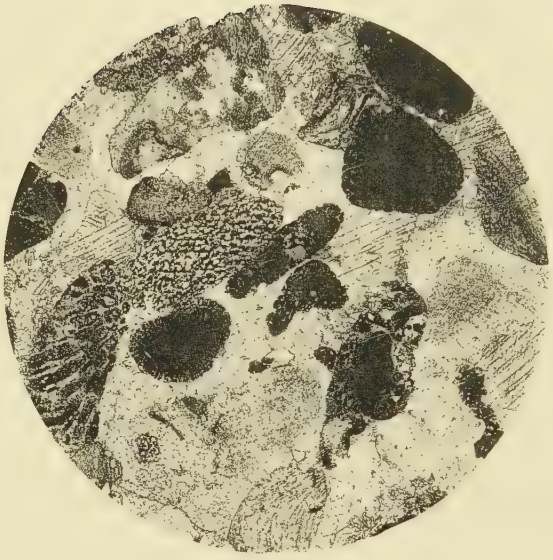
4α



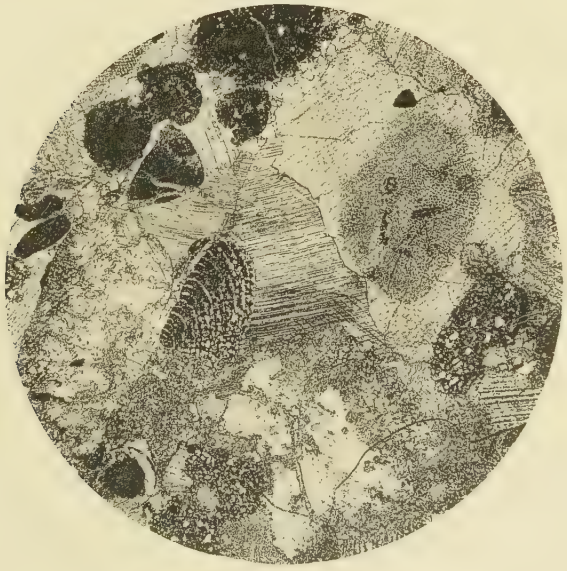
4β



5



6



7

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W.

## Erklärung der Tafel III.

Fig. 8$\alpha$. Frohnalpstock; Gesamtbild, die beiden Fazies zeigend; links Echinodermenskeletttrümmer mit ihren Ankristallisationen (negative Gitterstruktur), rechts Ooide von konzentrisch-schaligem Bau.
A. d. Sch. Nr. 58. Verg. 15.

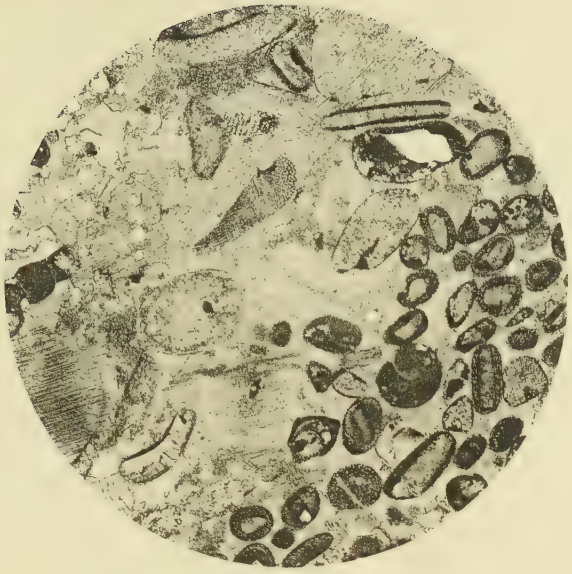
Fig. 8$\beta$. Dasselbe bei gekreuzten Nicols.

Fig. 9. Frohnalpstock; Bryozoenskeletttrümmer, die Zellkammern sind teils mit feinkörnigem Kalzite (hell), teils mit der sogenannten grauen Masse (schwarz), teils mit Glaukonit (grau) ausgefüllt, Echinodermenskeletttrümmer (negative und positive Gitterstruktur) mit ihren Ankristallisationen.
A. d. Sch. Nr. 58a. Verg. 15.

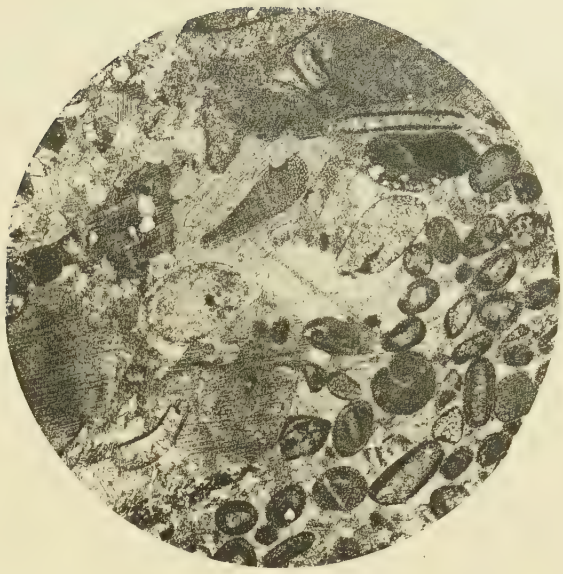
Fig. 10. Käsernwald; Echinodermenskeletttrümmer in ihren Ankristallisationen, Trümmer der Stäbchenschicht (unten links).
A. d. Sch. Nr. 48a. Verg. 15. + Nicols.

Fig. 11$\alpha$. Brunnen; Echinodermenskeletttrümmer, Foraminiferenschale, Trümmer mit $\delta$-Struktur (rechts), Ooide, Mikrogerölle, Paramorphosen, Glaukonitkörner (grau), Quarzkörner.
A. d. Sch. Nr. 12a. Verg. 15.

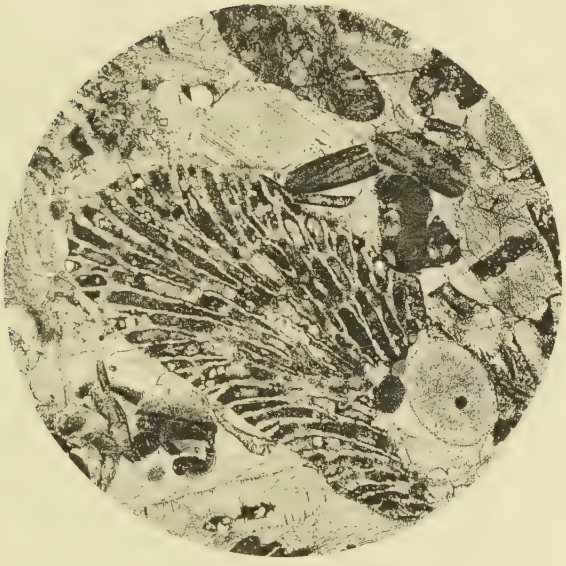
Fig. 11$\beta$. Dasselbe bei gekreuzten Nicols.



8α

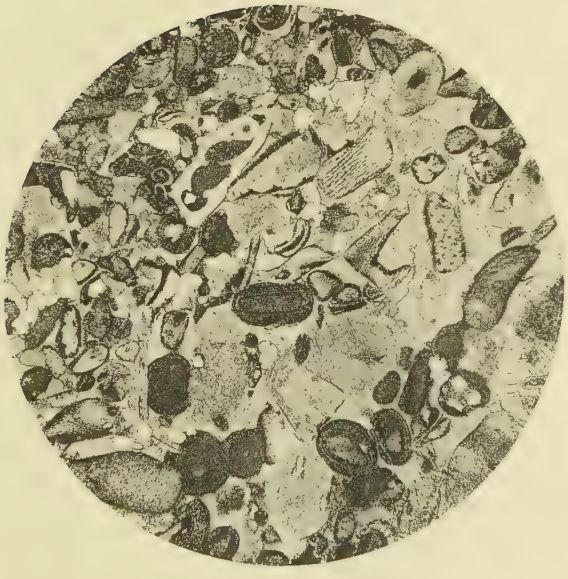


8β



9

10



11α

11β

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W.

## Erklärung der Tafel IV.

Fig. 12$\alpha$. Weesenfly; die dunklen Trümmer sind Mikrogerölle und Paramorphosen, unter diesen im rechten oberen Quadranten ein Diploporenskelettquerschnitt, und ein Schnitt durch eine Milliolidenschale; Echinodermenskeletttrümmer von ihren Ankristallisationen durch einen dunklen Saum getrennt; im rechten unteren Quadranten ein sternförmiges Gebilde, seiner kristallographischen Struktur nach zu den Echinodermenskeletttrümmern zu rechnen.
A. d. Sch. Nr. 26. Verg. 15.

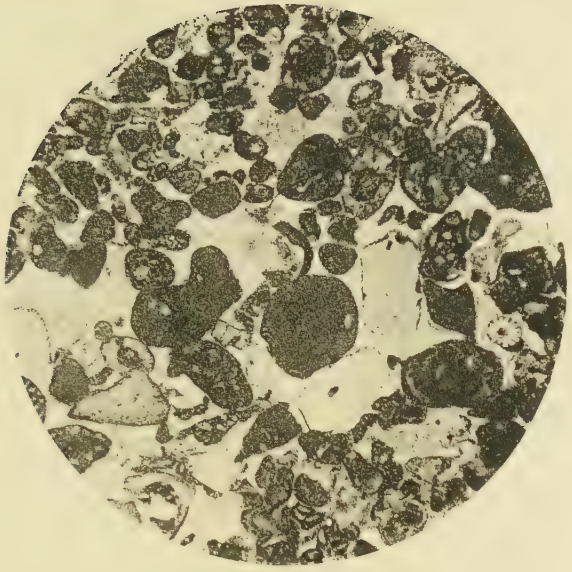
Fig. 12$\beta$. Dasselbe bei gekreuzten Nicols.
Die Ausdehnung der Ankristallisationen ist hier gut zu beobachten.

Fig. 13. Tellsplatte; Mikrogerölle, Echinodermenskeletttrümmer mit ihren Ankristallisationen, Bryozoenskeletttrümmer, im linken oberen Quadranten ein Trümmer der Stäbchenschicht, Quarzkörner.
A. d. Sch. Nr. 3. Verg. 15.

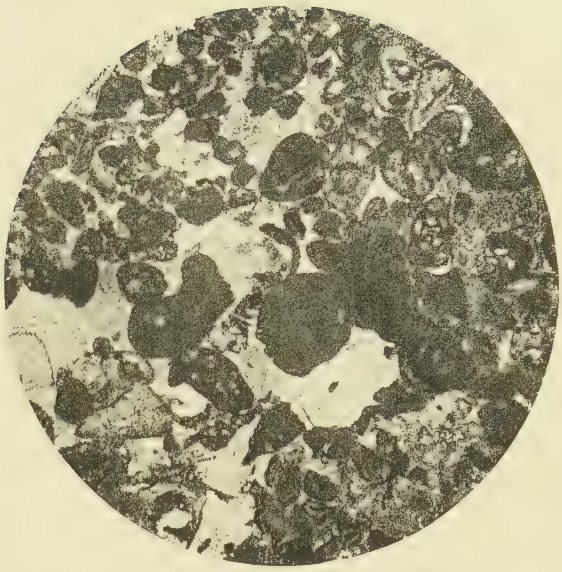
Fig. 14. Walenstadt; Echinodermenskeletttrümmer, darunter im linken unteren Quadranten ein margaritenförmiges Gebilde, mit ihren Ankristallisationen, Paramorphosen, Trümmer mit der $\alpha$-Struktur, Mikrogerölle.
A. d. Sch. Nr. 19b. Verg. 15.

Fig. 15. Walenstadt; Echinodermenskeletttrümmer (Gitterstruktur) mit ihren Ankristallisationen, links unten Foraminiferenschale, beginnende Paramorphosen, hierher in der Mitte eine nach einem Diploporenskelett, Mikrogerölle.
A. d. Sch. Nr. 19c. Verg. 15.

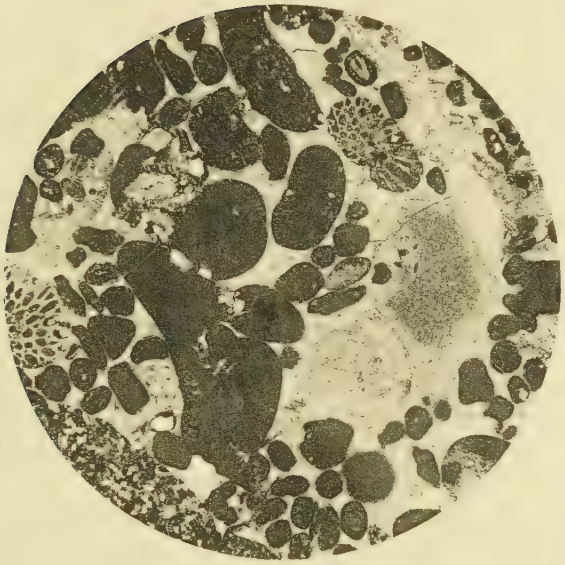
Fig. 16. Dudley; Bryozoenskeletttrümmer, unten und oben Echinodermenskeletttrümmer mit ihren Ankristallisationen.
A. d. Sch. Nr. 104. Verg. 15.



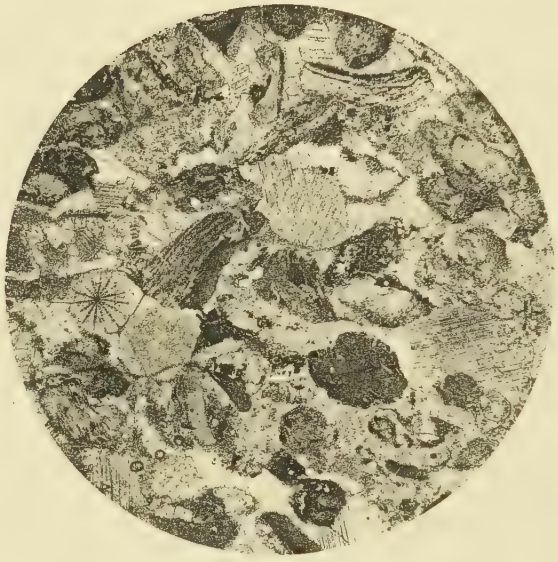
12α



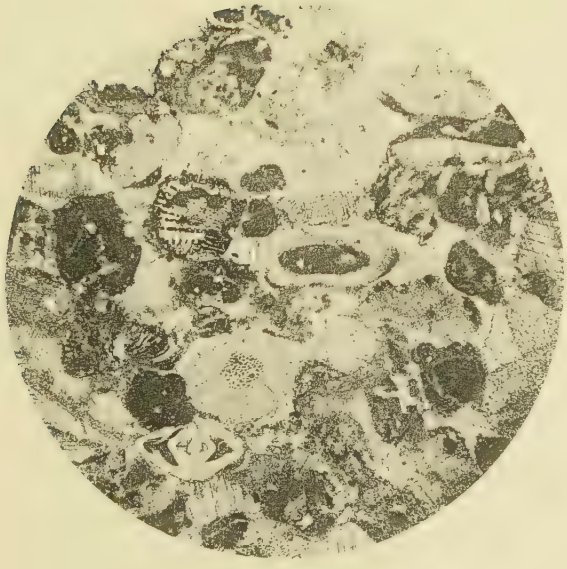
12β



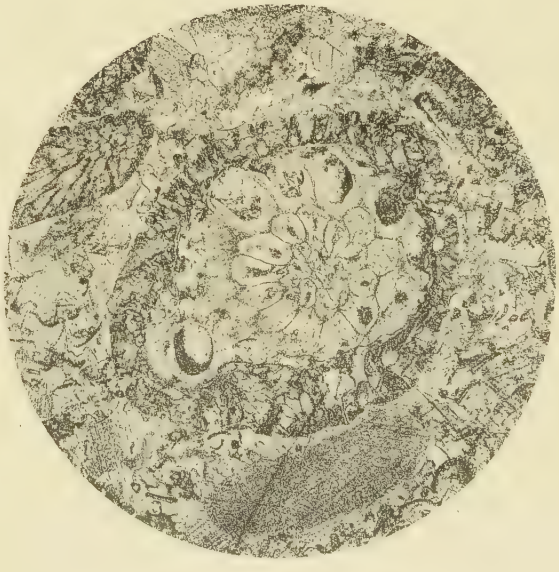
13



14



15



16

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W.

## Erklärung der Tafel V.

Fig. 17$\alpha$. Dudley; Echinodermenskeletttrümmer in ihren Ankristallisationen schwimmend, links unten Bryozoenskeletttrümmer.
A. d. Sch. Nr. 104a. Verg. 15.

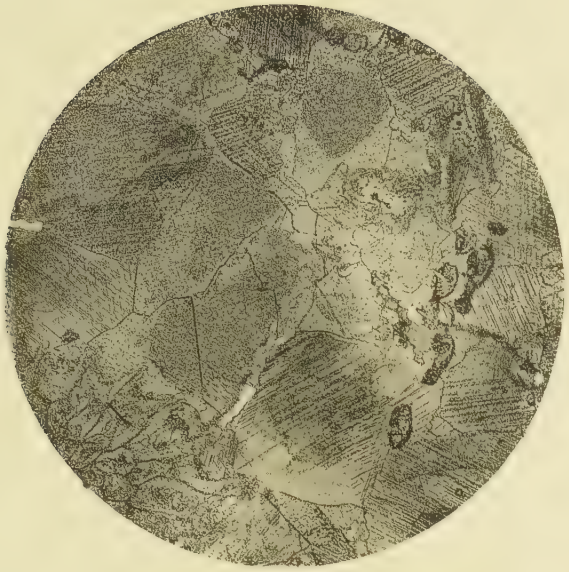
Fig. 17$\beta$. Dasselbe bei gekreuzten Nicols.

Fig. 18$\alpha$. Dudley; Bryozoenskeletttrümmer, rechts davon authigene Kalzitkörner.
A. d. Sch. Nr. 105c. Verg. 15.

Fig. 18$\beta$. Dasselbe bei gekreuzten Nicols.

Fig. 19$\alpha$. Dudley; Bryozoenskeletttrümmer (?) inmitten von kleinen Echinodermenskeletttrümmern und deren Ankristallisationen.
A. d. Sch. Nr. 106. Verg. 15.

Fig. 19$\beta$. Dasselbe bei gekreuzten Nicols.

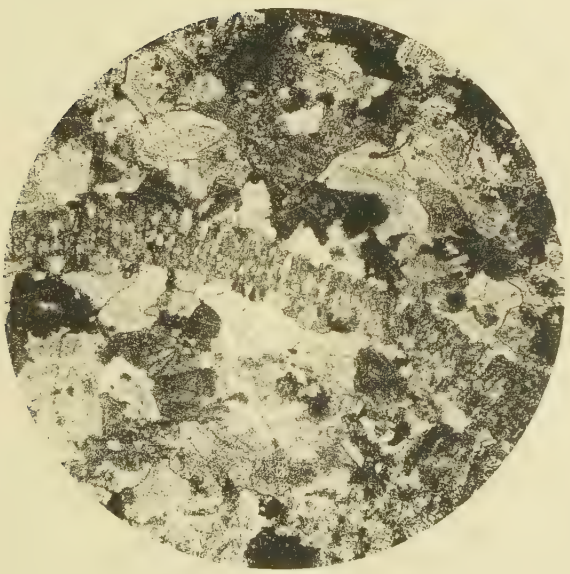


17α

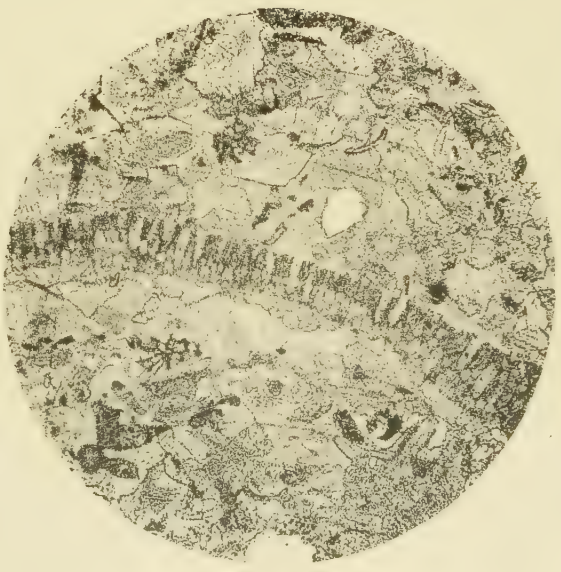
17β

18α

18β



19β



19α

Lichtdruck von Albert Frisch. Berlin W.

## Erklärung der Tafel VI.

Fig. 20. Obere Nase; Echinodermenskeletttrümmer mit ihren Ankristallisationen, Paramorphosen, ein stäbchenförmiger Trümmer, der die ζ-Struktur zeigt.
A. d. Sch. Nr. 10. Verg. 15. + Nicols.

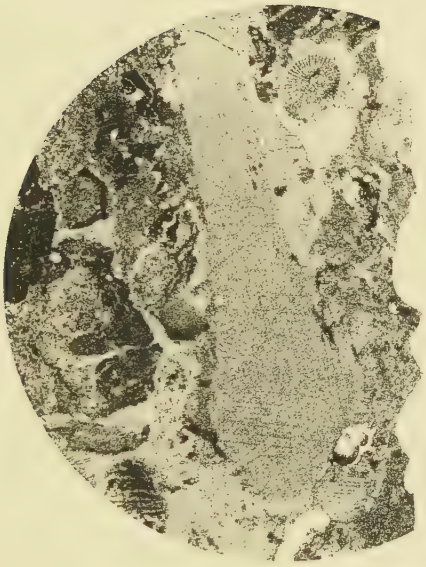
Fig. 21. Obere Nase; Längs- und Querschnitt durch einen Echinidenstachel (?), Paramorphosen, allothigenes Zement.
A. d. Sch. Nr. 10b. Verg. 15. + Nicols.

Fig. 22. Collombey, a-Horizont; Echinodermenskeletttrümmer (negative, durch Eisenoxydhydrat hervorgerufene Gitterstruktur) mit ihren Ankristallisationen, Mikrogerölle, eigenartige Kalzitringe.
A. d. Sch. Nr. 345. Verg. 15.

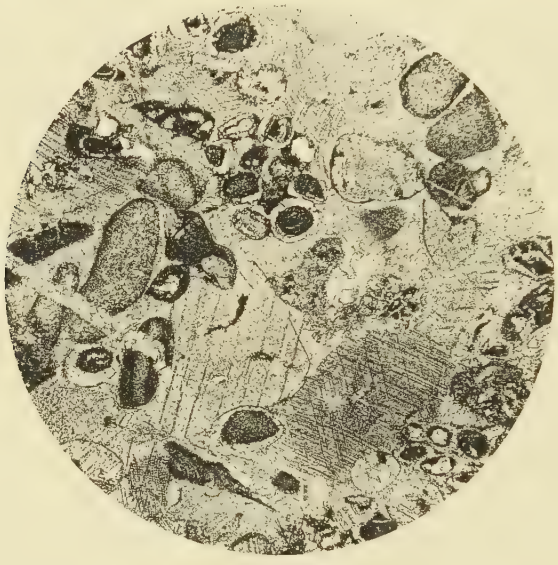
Fig. 23. Collombey, b-Horizont; Echinodermenskeletttrümmer (negative, durch Eisenoxydhydrat hervorgerufene Gitterstruktur) mit ihren Ankristallisationen.
A. d. Sch. Nr. 352. Verg. 15.

Fig. 24. Val de Travers; Echinodermenskeletttrümmer mit ihren Ankristallisationen, Ooide, Mikrogerölle, Paramorphosen, Trümmer mit der α-Struktur.
A. d. Sch. Nr. 15a. Verg. 15.

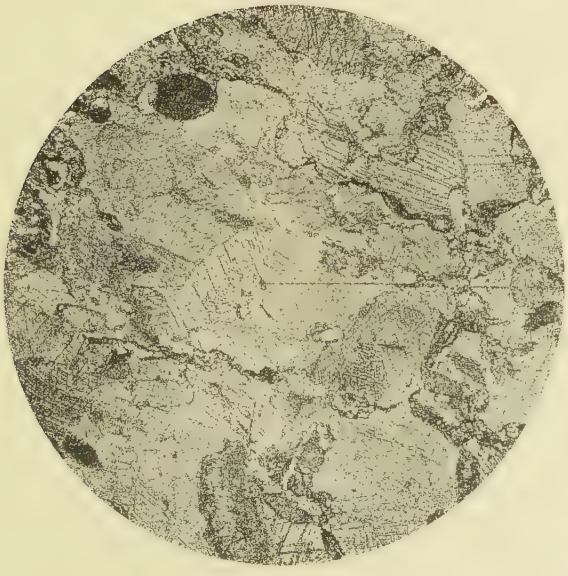
20



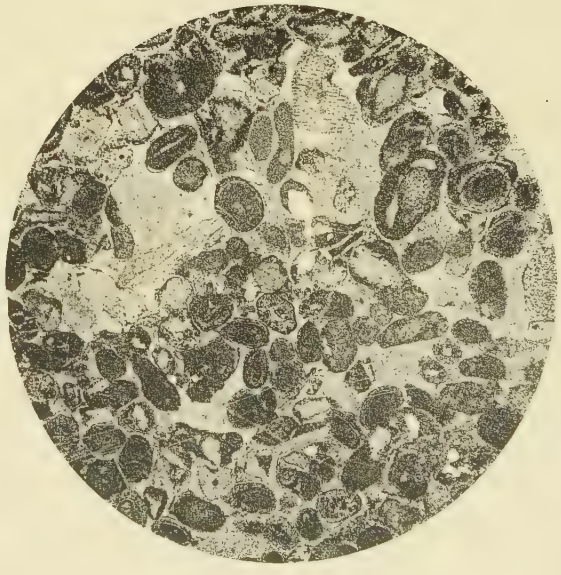
21



22



23



24

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W.

## Erklärung der Tafel VII.

Fig. 25$\alpha$. Villeneuve, a-Horizont; Echinodermenskeletttrümmer mit ihren Ankristallisationen.
A. d. Sch. Nr. 366. Verg. 15.

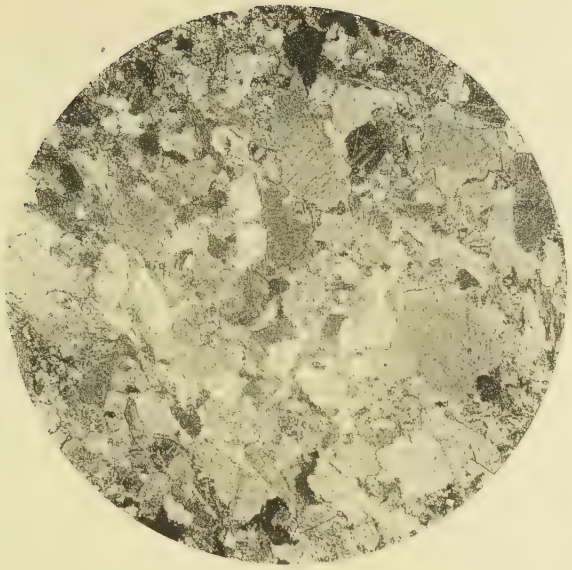
Fig. 25$\beta$. Dasselbe bei gekreuzten Nicols.

Fig. 26. Villeneuve, b-Horizont; Echinodermenskeletttrümmer mit ihren Ankristallisationen zerfallen in ein feinkörniges Kalzitaggregat. Die grauen Flecken Mikrogerölle (?).
A. d. Sch. Nr. 372. Verg. 15. + Nicols.

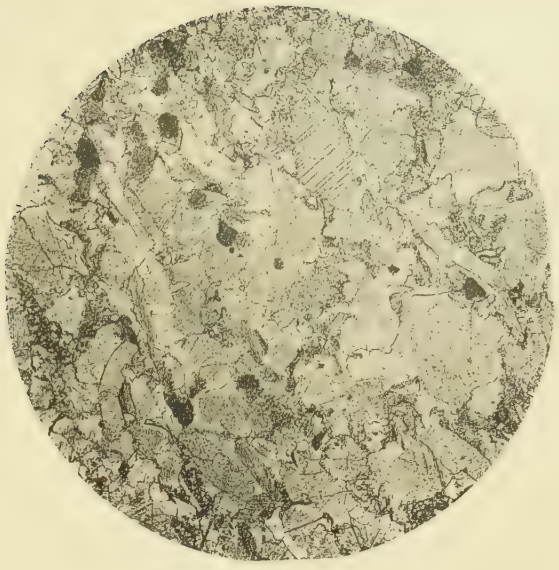
Fig. 27$\alpha$. Villeneuve, c-Horizont; Echinodermenskeletttrümmer mit ihren Ankristallisationen teilweise erhalten, teilweise in ein feinkörniges Kalzitaggregat zerfallen, Mikrogerölle.
A. d. Sch. Nr. 382. Verg. 15.

Fig. 27$\beta$. Dasselbe bei gekreuzten Nicols.

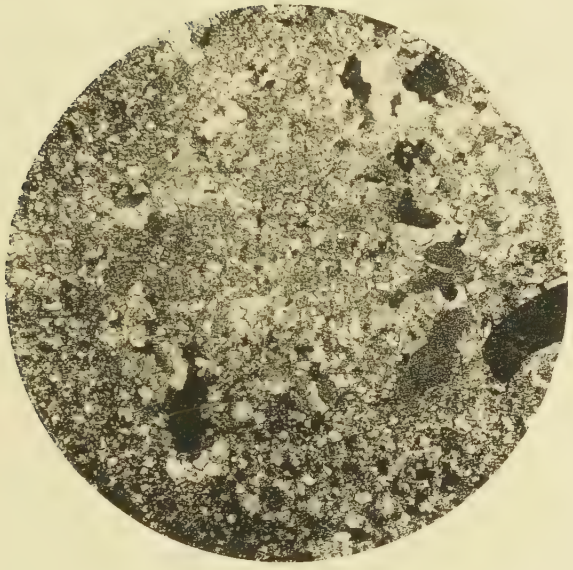
Fig. 28. Villeneuve, d-Horizont; nur noch wenige Echinodermenskeletttrümmer mit ihren Ankristallisationen sind nicht zerfallen, die mehr oder weniger gleichmäßige Korngröße tritt gut hervor.
A. d. Sch. Nr. 392. Verg. 15. + Nicols.



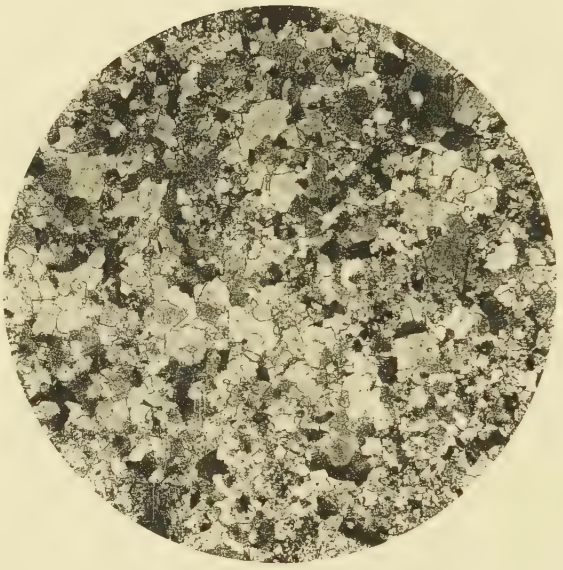
25α



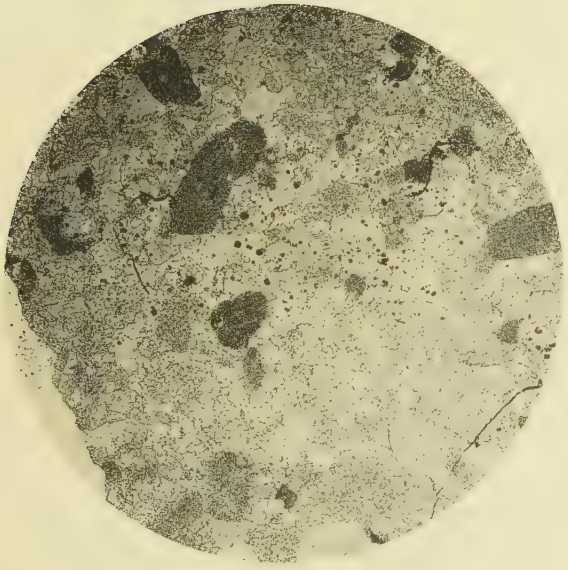
25β



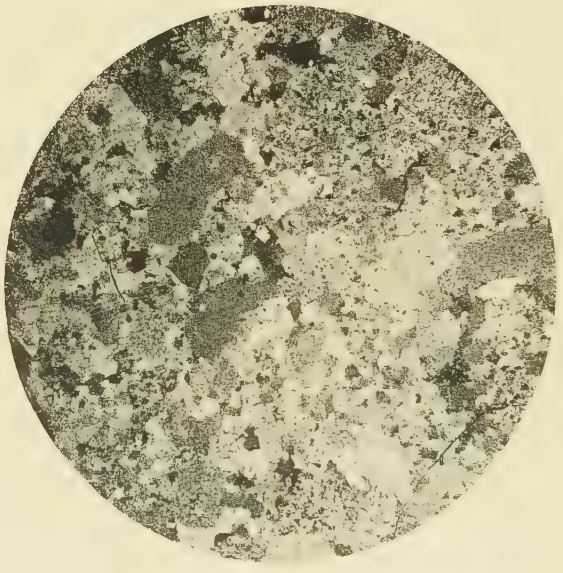
26



28



27α



27β

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W.

## Erklärung der Tafel VIII.

Fig. 29. Vorderglärnisch; Echinodermenskeletttrümmer mit ihren Ankristallisationen, die Gitterstrukturen werden durch Eisenoxydhydrat in die Erscheinung gerufen, ebenso sind alle schwarzen Partien Eisenoxydhydrat.
A. d. Sch. Nr. 4. Verg. 15.

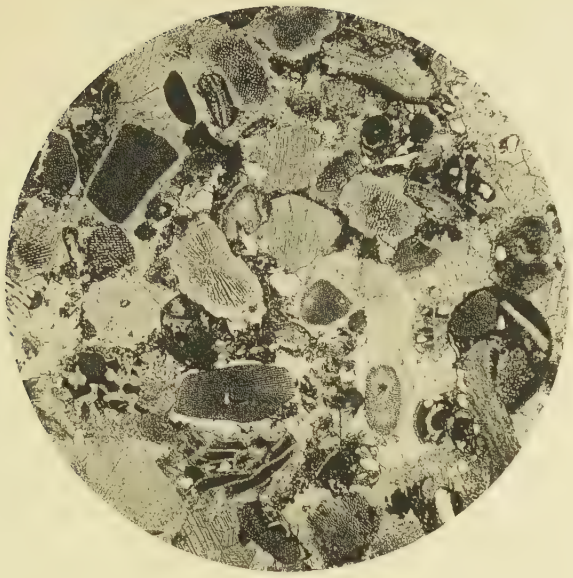
Fig. 30. Vorderglärnisch; Echinodermenskeletttrümmer mit ihren geringen Ankristallisationen rechts und links oben, unten am Rande, Bryozoenskeletttrümmer in der Mitte, im linken unteren Quadranten Trümmer mit der $\delta$-Struktur (die Knoten vererzt), alle schwarzen Partien sind Eisenoxydhydrat.
A. d. Sch. Nr. 4. Verg. 15.

Fig. 31. Uri-Rothstock; Echinodermenskeletttrümmer mit und ohne Ankristallisationen, Mikrogerölle und Paramorphosen, alle schwarzen Partien sind Eisenoxydhyrat.
A. d. Sch. Nr. 57a. Verg. 15.

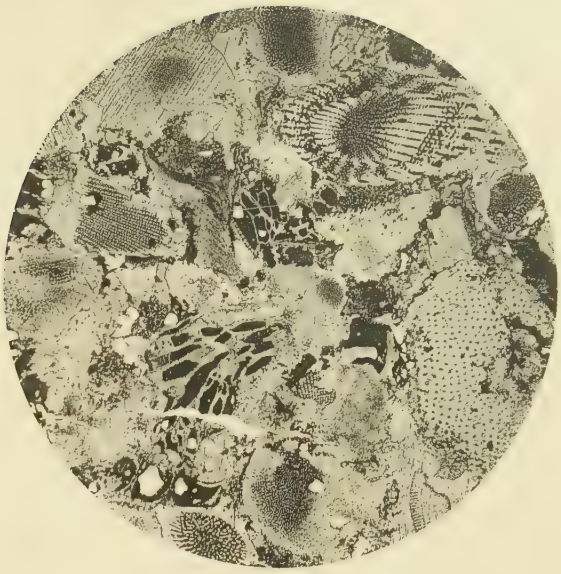
Fig. 32. Gerolstein; oben und unten Echinodermenskeletttrümmer mit und ohne Ankristallisationen (unten Gitterstruktur durch Eisenoxydhydrat), in der Mitte rhomboedrische Umgrenzungen von Eisenoxydhydrat im vererzten allothigenen Zemente.
A. d. Sch. Nr. 335f. Verg. 15.

Fig. 33. Gerolstein; Trümmer mit der $\eta$-Struktur.
A. d. Sch. Nr. 335i. Verg. 15.

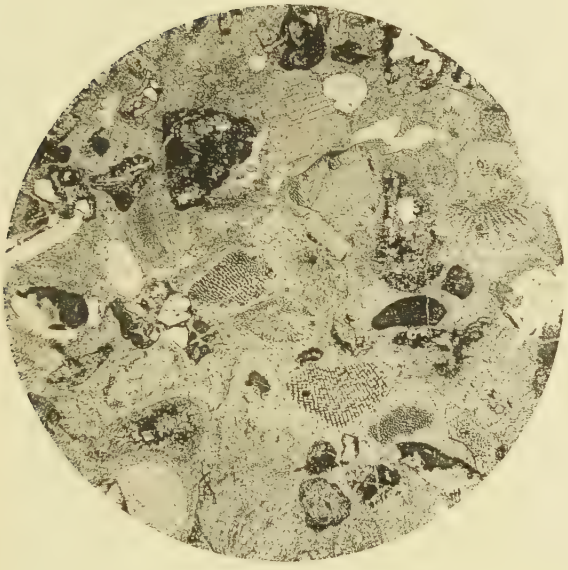
Fig. 34. Borneo; rechts und links Echinodermenskeletttrümmer mit sehr geringen Ankristallisationen, in der Mitte das Zement: 1. die weißen Partien authigenes Zement, Kalzit, 2. organogener Kalksand (darunter viele Bryozoenskeletttrümmer) als allothigenes Zement, 3. die schwarzen Partien Eisenoxydhydrat.
A. d. Sch. Nr. 123. Verg. 15.



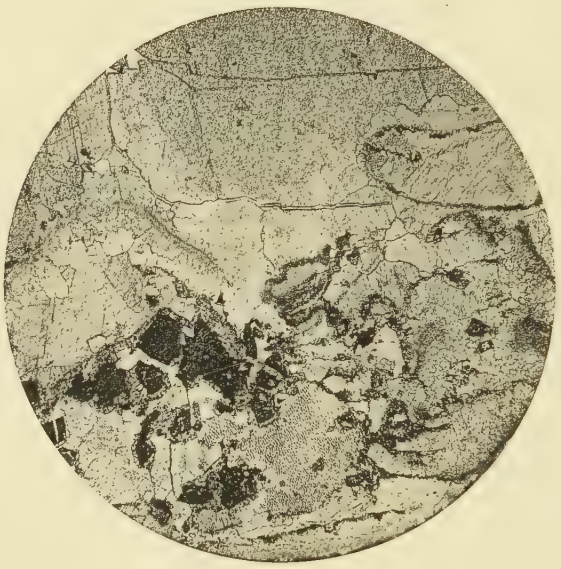
29



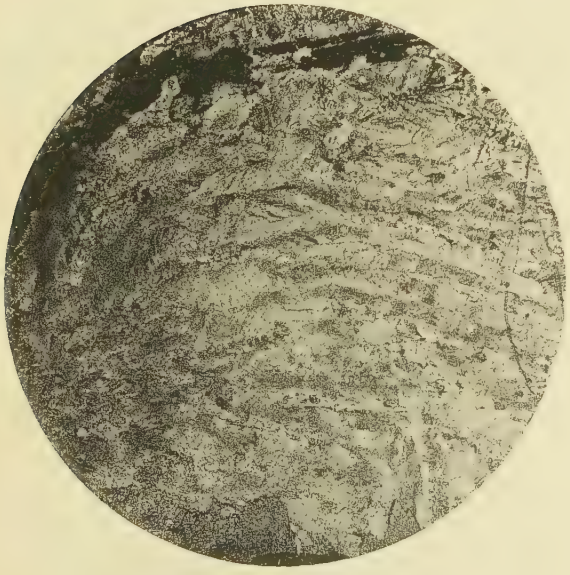
30



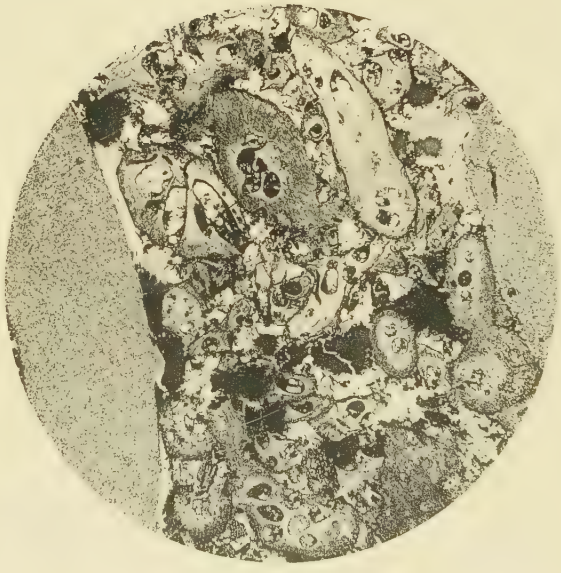
31



32



33



34

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W

## Erklärung der Tafel IX.

Fig. 35. Robnem; Echinodermenskeletttrümmer, Bryozoenskeletttrümmer (schlecht erhalten), Mikroader aus Eisenoxydhydrat.
A. d. Sch. Nr. 11a. Verg. 15. + Nicols.

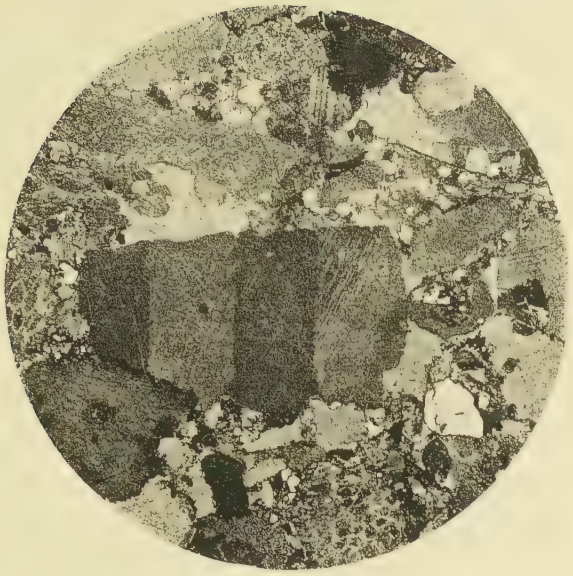
Fig. 36. Amleih; Echinodermenskeletttrümmer, Paramorphosen, allothigenes Zement.
A. d. Sch. Nr. 217a. Verg. 15.

Fig. 37$\alpha$. Deroc Oan; Echinodermenskeletttrümmer, Foraminiferenschalen, Paramorphosen im allothigenen Stützzemente.
A. d. Sch. Nr. 260a. Verg. 15.

Fig. 37$\beta$. Dasselbe bei gekreuzten Nicols.

Fig. 38$\alpha$. Faxe; Echinodermenskeletttrümmer mit geringen Ankristallisationen in einem Zemente von authigenen, xenomorphen Kalzitkörnern, die schwarzen Partien sind Eisenoxydhydrat.
A. d. Sch. Nr. 124. Verg. 15.

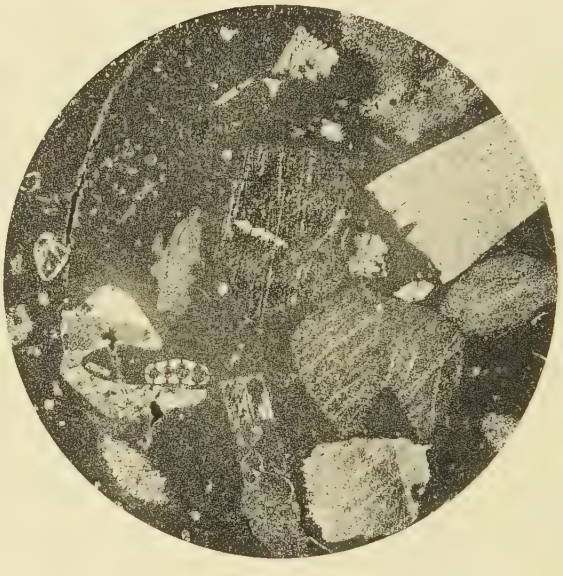
Fig. 38$\beta$. Dasselbe bei gekreuzten Nicols.



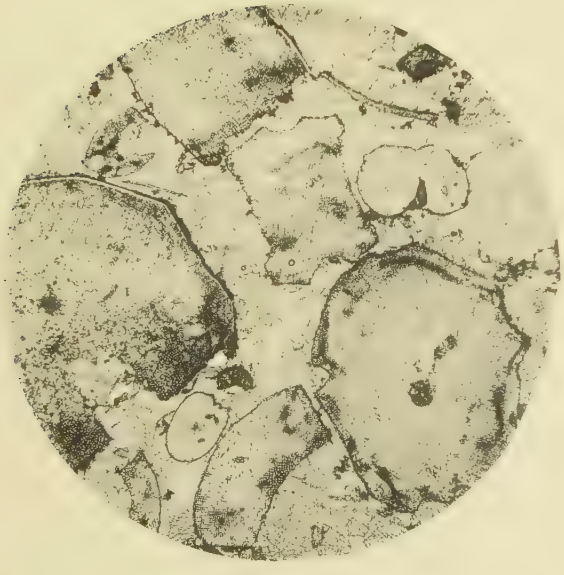
35

36

37 α



37 β



38 α

38 β

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W.

## Erklärung der Tafel X.

Fig. 39. Adnet; Echinodermenskeletttrümmer mit ihren Ankristallisationen. Krinoidenstielquerschnitt.
A. d. Sch. Nr. 263. Verg. 15. + Nicols.

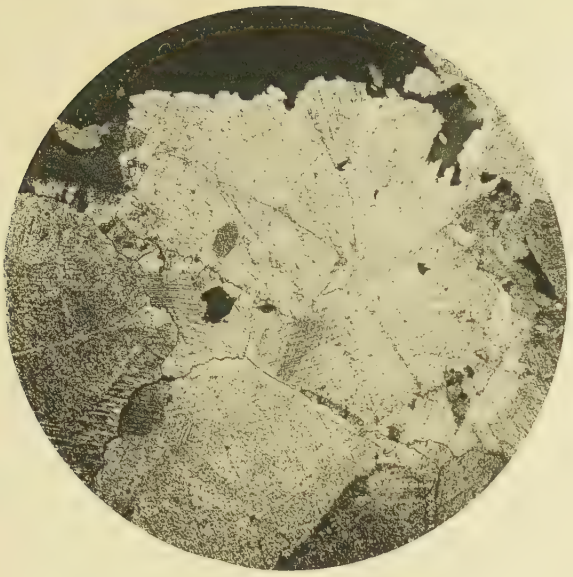
Fig. 40. Liestal; Echinodermonskeletttrümmer mit ihren Ankristallisationen, Umwandlungserscheinungen am Krinoidenstielquerschnitte.
A. d. Sch. Nr. 81. Verg. 15.

Fig. 41$\alpha$. Liestal; Echinodermenskeletttrümmer mit ihren Ankristallisationen, dazwischen etwas vererztes allothigenes Zement. Krinoidenstielquerschnitt.
A. d. Sch. Nr. 88. Verg. 15.

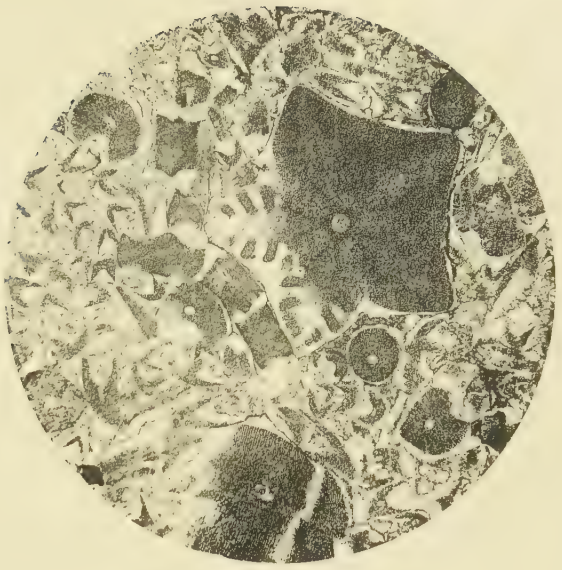
Fig. 41$\beta$. Dasselbe bei gekreuzten Nicols.

Fig. 42. Liestal; Echinodermenskeletttrümmer mit ihren Ankristallisationen, Längsschnitt durch eine Reihe zusammenhängender Krinoidenstielglieder.
A. d. Sch. Nr. 95. Verg. 15.

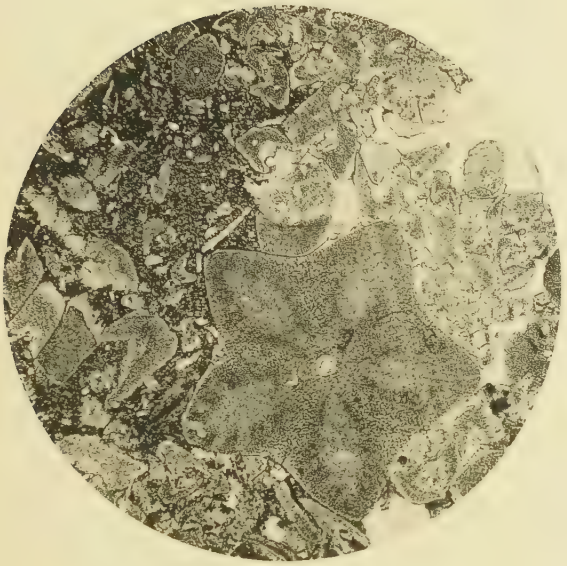
Fig. 43. Liestal; Echinodermenskeletttrümmer mit ihren Ankristallisationen, in der Mitte eigenartiges Gebilde, unten und oben die sogenannte Pflastersteintextur.
A. d. Sch. Nr. 100. Verg. 15.



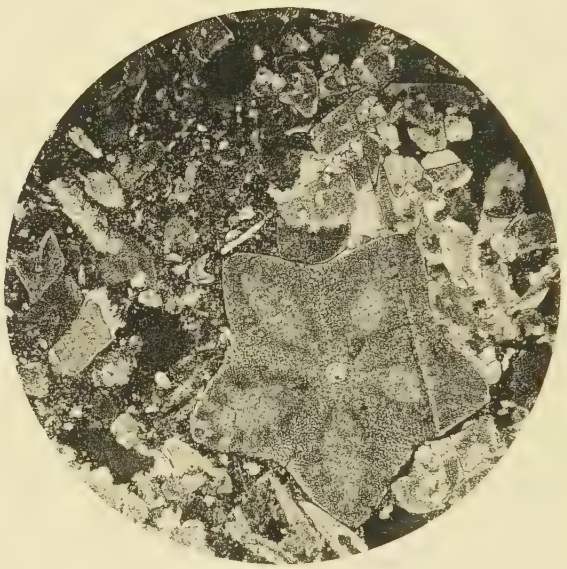
39



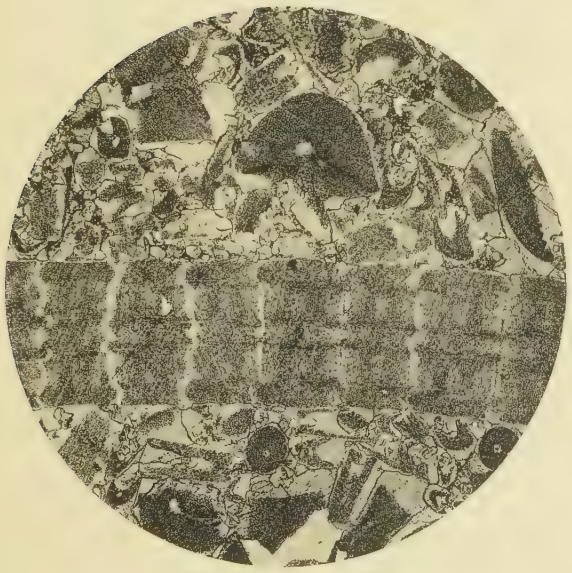
40



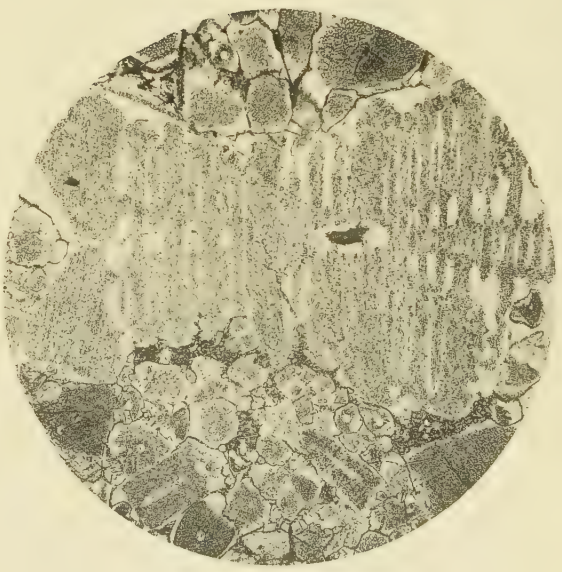
41 *a*



41 *β*



42



43

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W.

## Erklärung der Tafel XI.

Fig. 44. Besançon; Echinodermenskeletttrümmer mit ihren Ankristallisationen, dazwischen allothigenes Zement, das beginnende Vererzung zeigt, Rhomboederform der Eisenoxydhydratstreifen.
A. d. Sch. Nr. 1. Verg. 15.

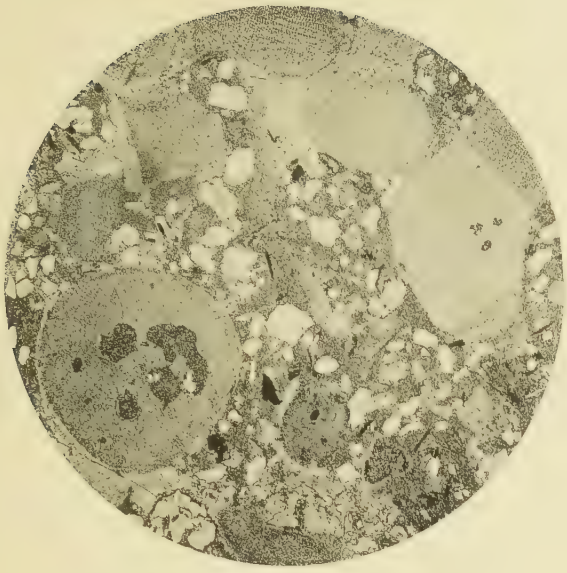
Fig. 45$\alpha$. Gewendtobel; Echinodermenskeletttrümmer (Gitterstruktur durch Eisenoxydhydrat hervorgerufen) in allothigenem Zemente (beginnende Vererzung), das Quarzkörner und Glimmerleisten enthält.
A. d. Sch. Nr. 266. Verg. 15.

Fig. 45$\beta$. Dasselbe bei gekreuzten Nicols.

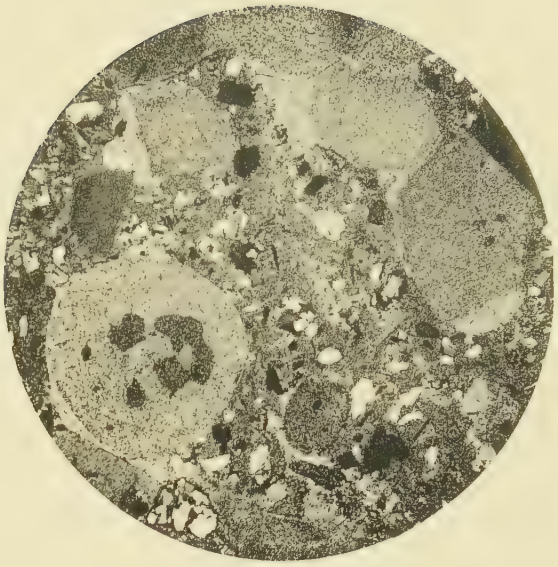
Fig. 46$\alpha$. Gewendtobel; zeigt dieselben Komponenten wie Fig. 45$\alpha$.
A. d. Sch. Nr. 267. Verg. 15.

Fig. 46$\beta$. Dasselbe bei gekreuzten Nicols.

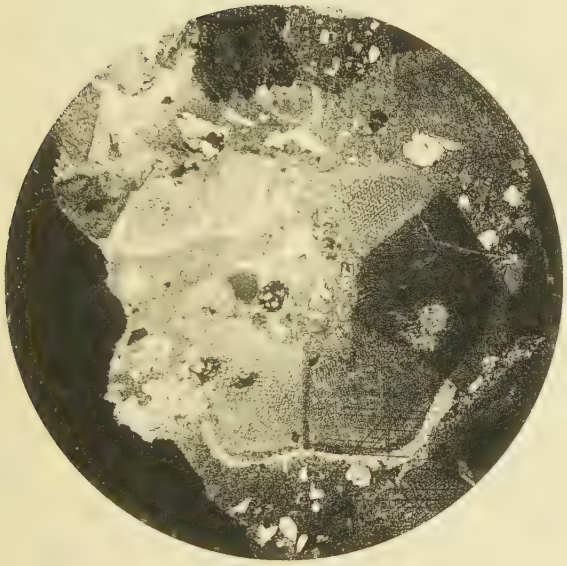
Fig. 47. Mons; Echinodermenskeletttrümmer im allothigenen Zemente teils sich berührend, teils schwimmend; das allothigene Zement besteht hier in der Hauptsache aus organogenem Kalksande, dem eine bituminöse (?) Substanz zwischengelagert ist.
A. d. Sch. Nr. 333b. Verg. 15.



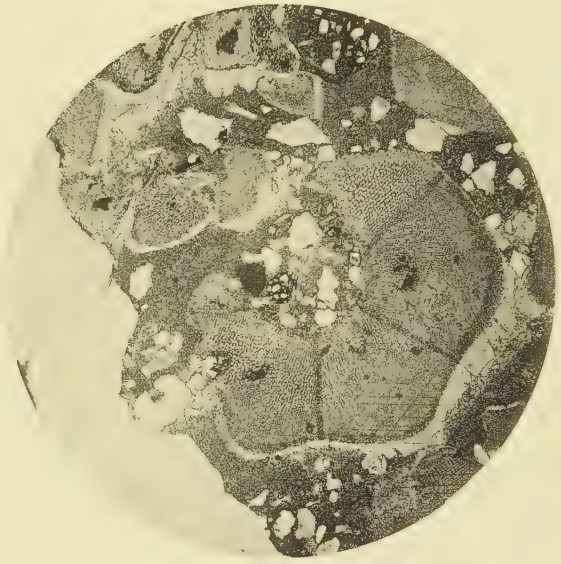
44



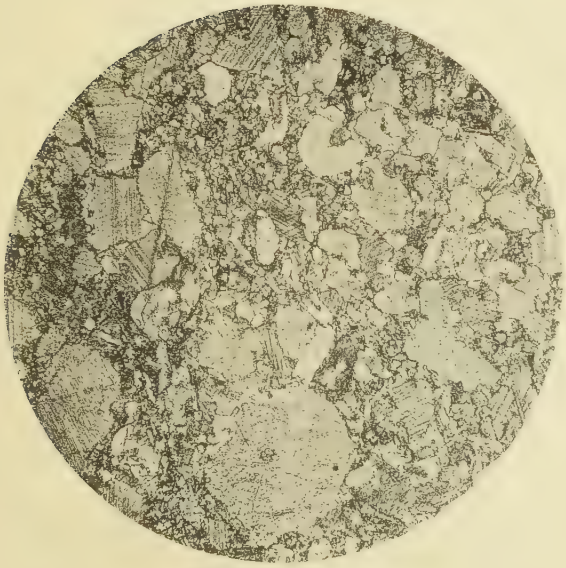
47



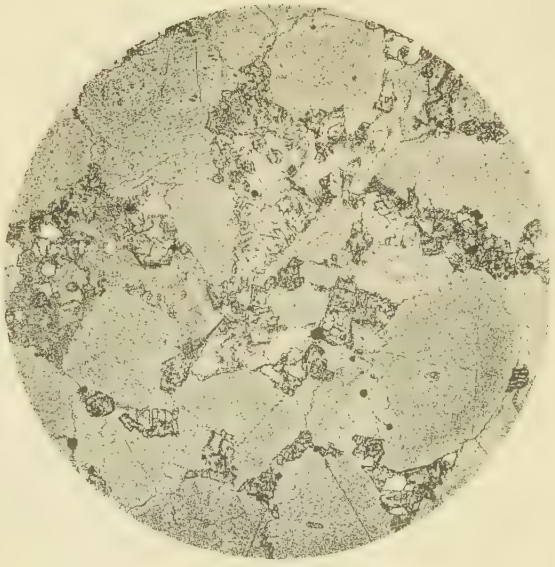
45α



45β



46α



46β

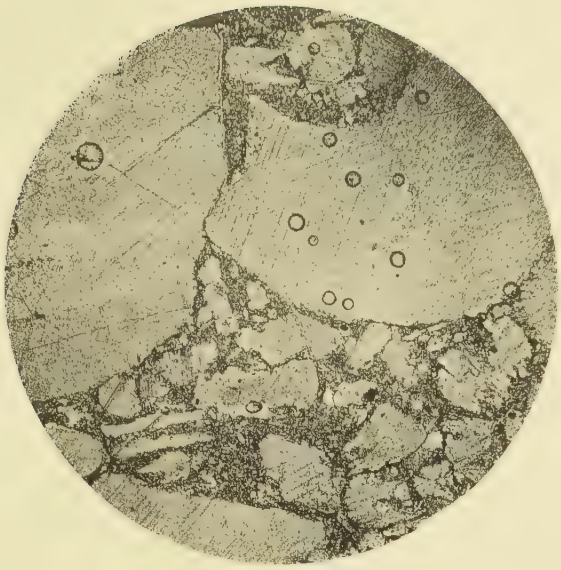
Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W.

## Erklärung der Tafel XII.

Fig. 48. Klein-Kucheln; Echinodermenskleletttrümmer im allothigenen Zemente, das teils Lücken-, teils Stützzement ist und aus mikrokristallin-unorientiertem vererztem $CaCO_3$ besteht.
A. d. Sch. Nr. 208. Verg. 15.

Fig. 49$\alpha$. Gänsestad; Trümmer mit $\alpha$-Struktur.
A. d. Sch. Nr. 23. Verg. 56.

Fig. 49$\beta$. Dasselbe bei gekreuzten Nicols.



48

49 α

49 β

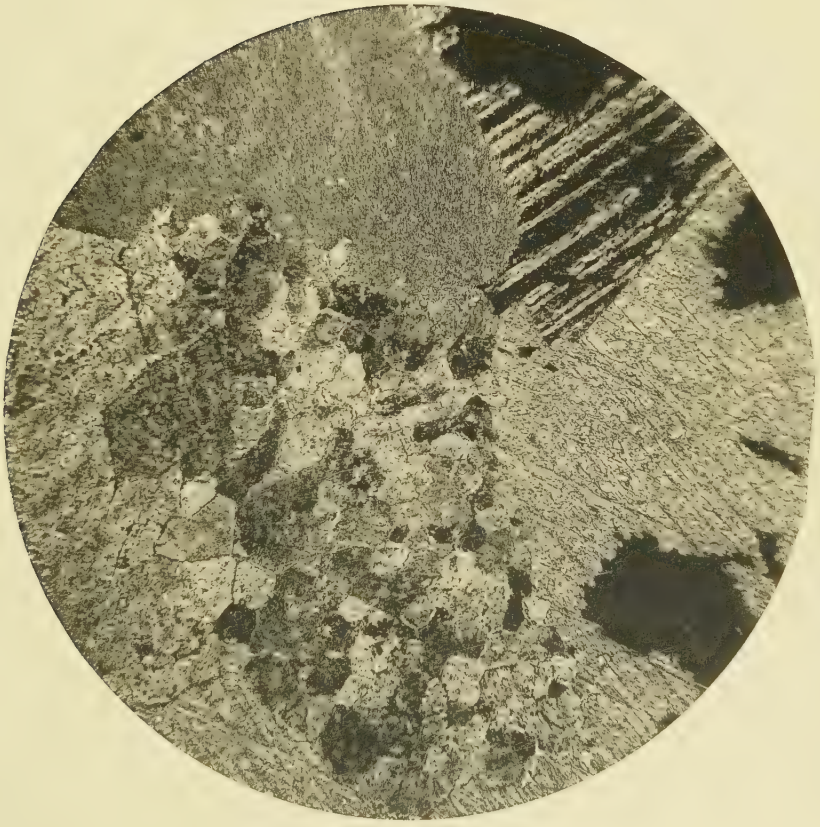
Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W.

## Erklärung der Tafel XIII.

Fig. 50. Gänsestad; Paramorphose nach einer Miliolidenschale; Kammern teilweise sichtbar und dann mit feinkörnigem weißen xenomorphen Kalzite ausgefüllt; Schale und Rest der Kammern besteht aus der sogenannten grauen Masse, aus der auch das die Schale umgebende Gestein besteht; rechts oben an der Schale eigenartige körnig-porige Anlagerungen (Algen?); der weiter rechts durch das ganze Bild gehende helle Streifen, heute von der gleichen Beschaffenheit wie die Kammerausfüllungen, gehört nicht mehr zur Schale; das ganze Gebilde wäre also ein Mikrogeröll, das eine Paramorphose nach einer Miliolidenschale eingeschlossen enthält, deren Kammern teilweise durch Umkristallisation wieder sichtbar geworden sind; links am Rande zwei idiomorphe Feldspatkristalle, das rechte zeigt Karlsbader Zwillingsbildung.
A. d. Sch. Nr. 23d. Verg. 100.

Fig. 51. Gänsestad; Querschnitt durch ein Trümmer der Stäbchenschicht; die einzelnen Stäbchen sind im Zerfalle begriffen, darum sind die einzelnen Polygone nicht mehr deutlich sichtbar.
A. d. Sch. Nr. 23d. Verg. 100. + Nicols.

50



51

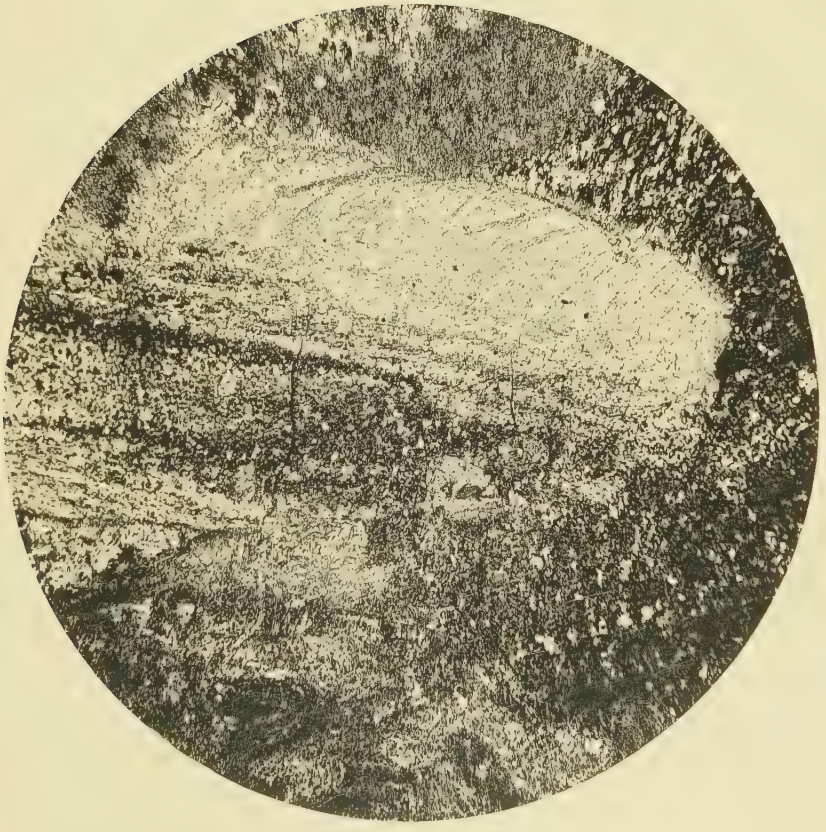
Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W.

## Erklärung der Tafel XIV.

Fig. 52$\alpha$. Gänsestad; Muschelschalentrümmer, das die $\gamma$-Struktur zeigt. A. d. Sch. Nr. 23d. Verg. 100.

Fig. 52$\beta$. Dasselbe bei gekreuzten Nicols. Hier ist gut zu sehen, wie die rechts an den Trümmer anliegende Kalzitpartie mit der mittleren Partie des Trümmers gleich-orientiert. Im Bilde fehlt die dritte äußere Schicht, die hier unten liegen würde und genau so hell wie die obere wäre.

52α



52β

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W.

## Erklärung der Tafel XV.

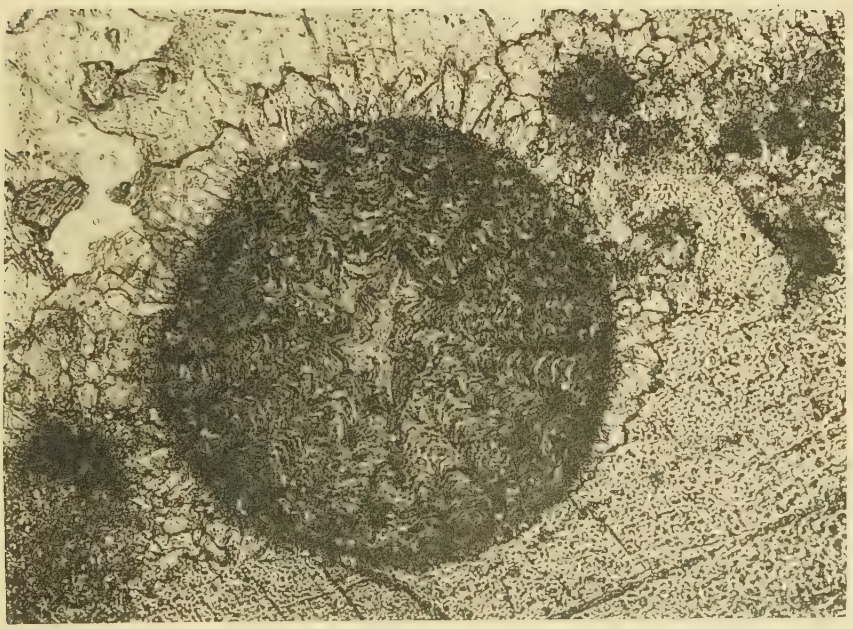
Fig. 54$\alpha$. Gänsestad. In der Mitte ein Längsschnitt durch die Stäbchenschicht; links unten und rechts oben ein Echinodermenskeletttrümmer mit Gitterstruktur und Ankristallisation; links oben eine Paramorphose, unbestimmbar wonach.
A. d. Sch. Nr. 23d. Verg. 100.

Fig. 54$\beta$. Dasselbe bei gekreuzten Nicols, die Schnitte der Nicols liegen parallel zu den Kanten des Bildes. Die einzelnen Stäbchen werden sichtbar.

Fig. 60. Gerolstein; unbestimmbares Gebilde.
A. d. Sch. Nr. 335d. Verg. 100.

54 $\alpha$

54 $\beta$



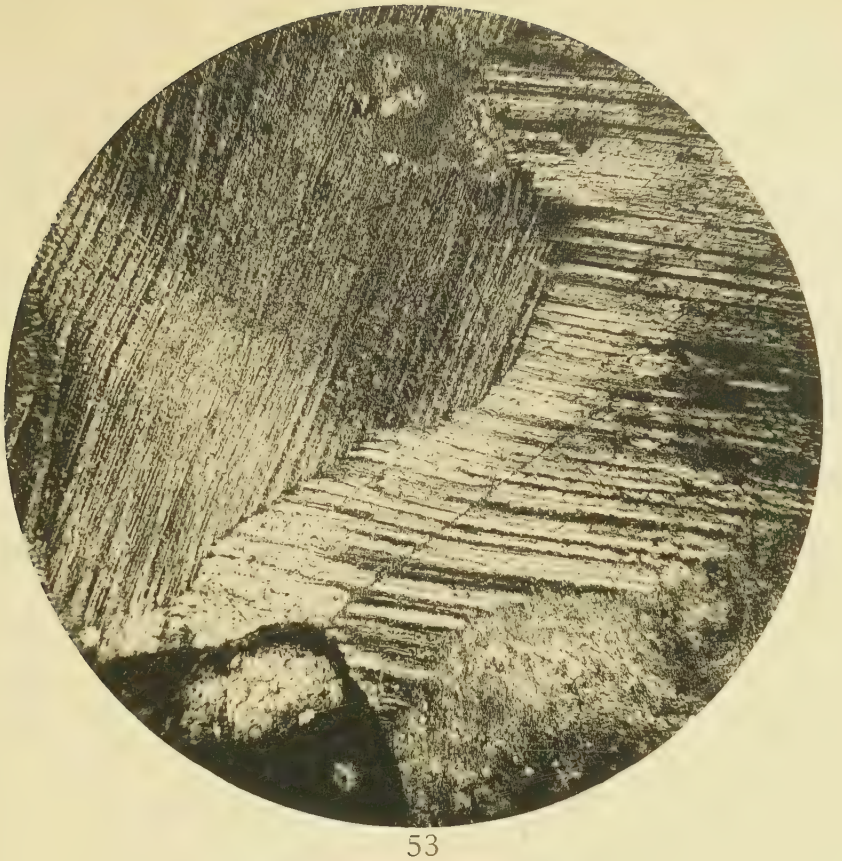
60

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W

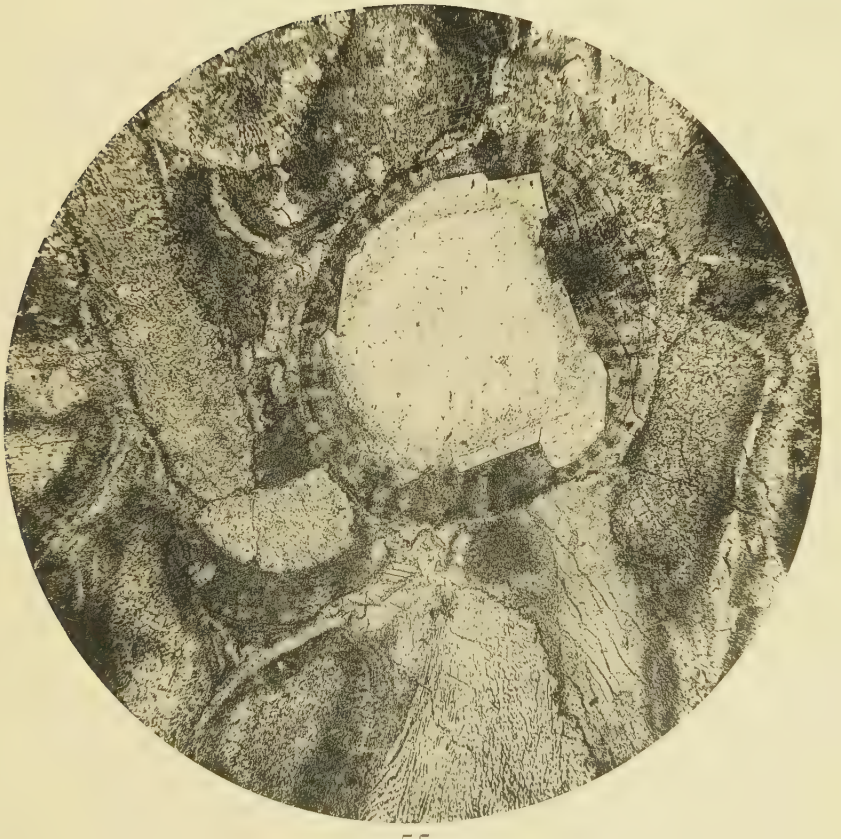
## Erklärung der Tafel XVI.

Fig. 53. Gänsestad; Zusammenstoßen zweier Ankristallisationen der Echinodermenskeletttrümmer; polysynthetische, teilweise gebogene Zwillingslamellierung.
A. d. Sch. Nr. 23d. Verg. 100. + Nicols.

Fig. 55. Frohnalpstock; Quarzkorn, als Kern eines Oides, in diesem weitergewachsen, strebt einer idiomorphen Ausbildung zu; rechts unten Trümmer mit $\alpha$-Struktur, oben und links Paramorphosen, wahrscheinlich nach derselben Art Trümmer.
A. d. Sch. Nr. 58a. Verg. 100.



53



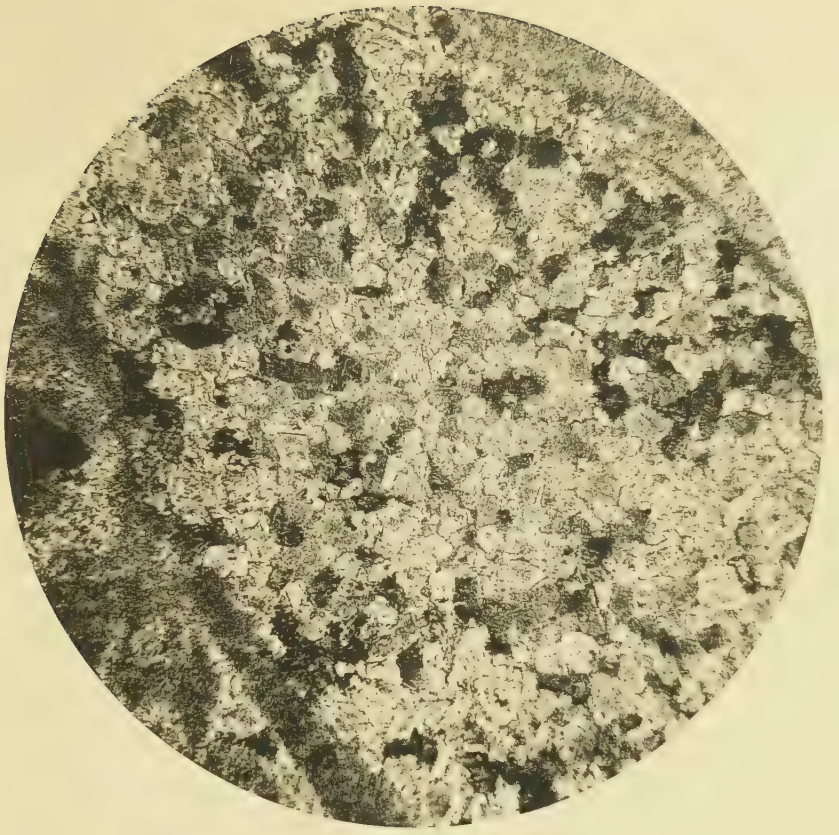
55

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W.

## Erklärung der Tafel XVII.

Fig. 56. Frohnalpstock; Querschnitt durch ein Trümmer der Stäbchenschicht, die einzelnen Polygone recht gut sichtbar.
A. d. Sch. Nr. 58d. Verg. 100. + Nicols.

Fig. 57. Frohnalpstock; Längsschnitt durch ein Trümmer der Stäbchenschicht; die einzelnen Stäbchen sind derart umgewandelt, daß meistens mehrere zu einem Kalzitkorne sich zusammengeschlossen haben; der ganze Trümmer zeigt Überreste einer ooiden Umkrustung; unterhalb des Trümmers Mikrogeröll mit Partien authigenen Quarzes.
A. d. Sch. Nr. 58d. Verg. 100. + Nicols.



56

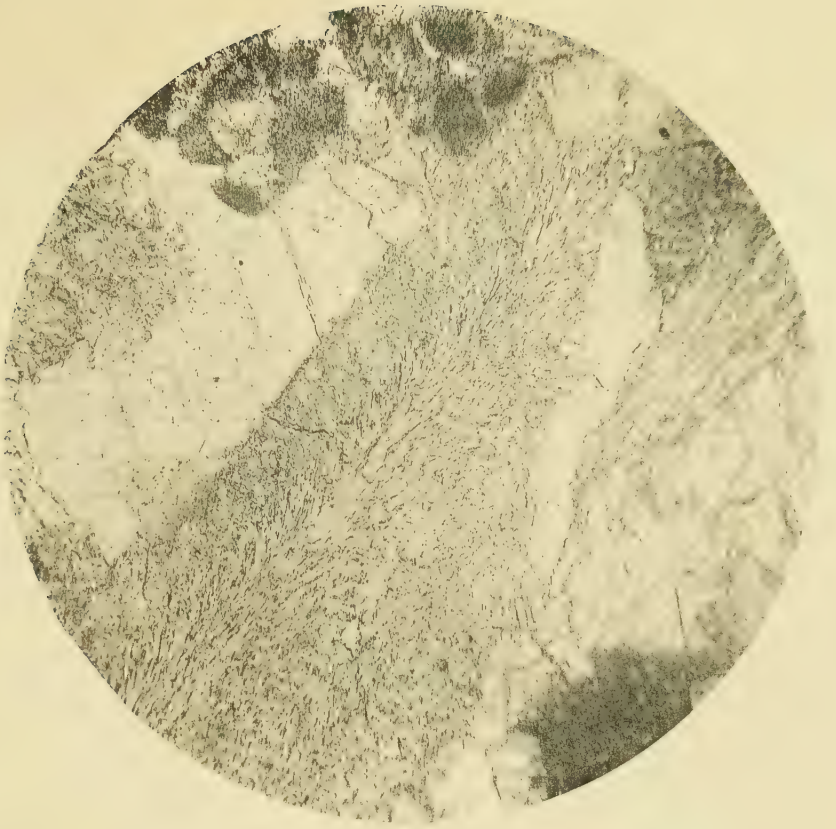
57

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W.

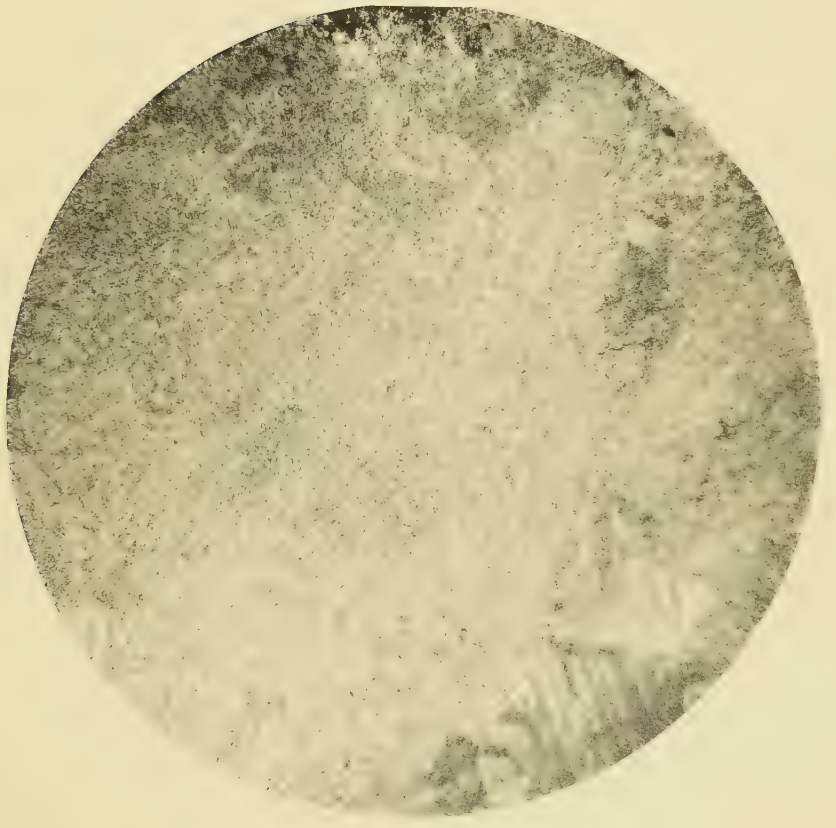
## Erklärung der Tafel XVIII.

Fig. 58$\alpha$. Käsernwald; Trümmer, der die $\delta$-Struktur zeigt; die Knoten sind hier nicht sichtbar.
A. d. Sch. Nr. 48. Verg. 100.

Fig. 58$\beta$. Dasselbe bei gekreuzten Nicols.



58 *α*



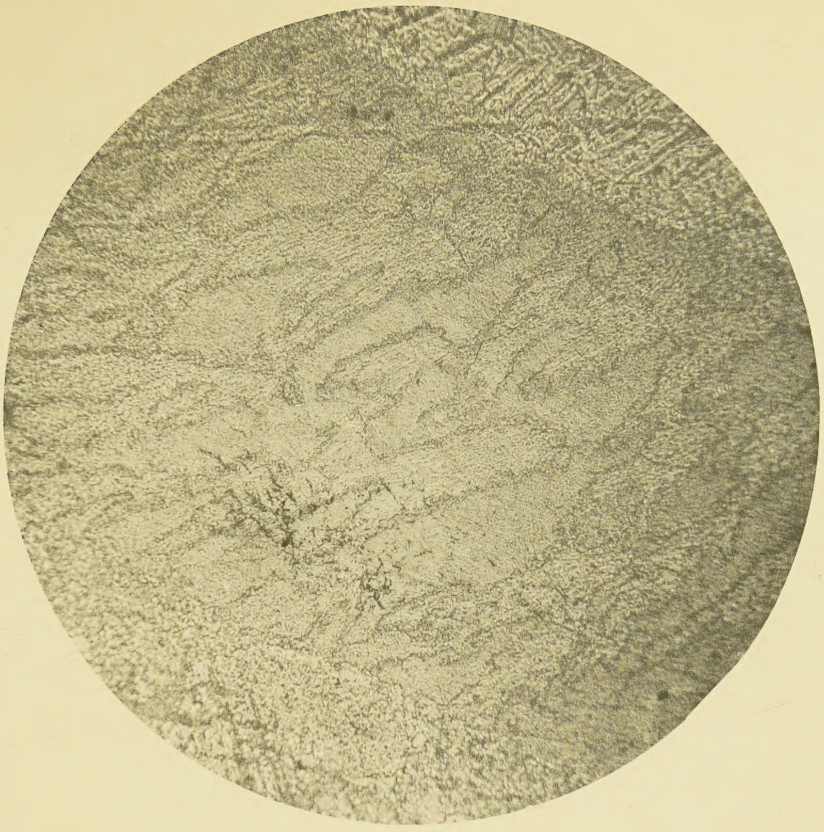
58 *β*

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W.

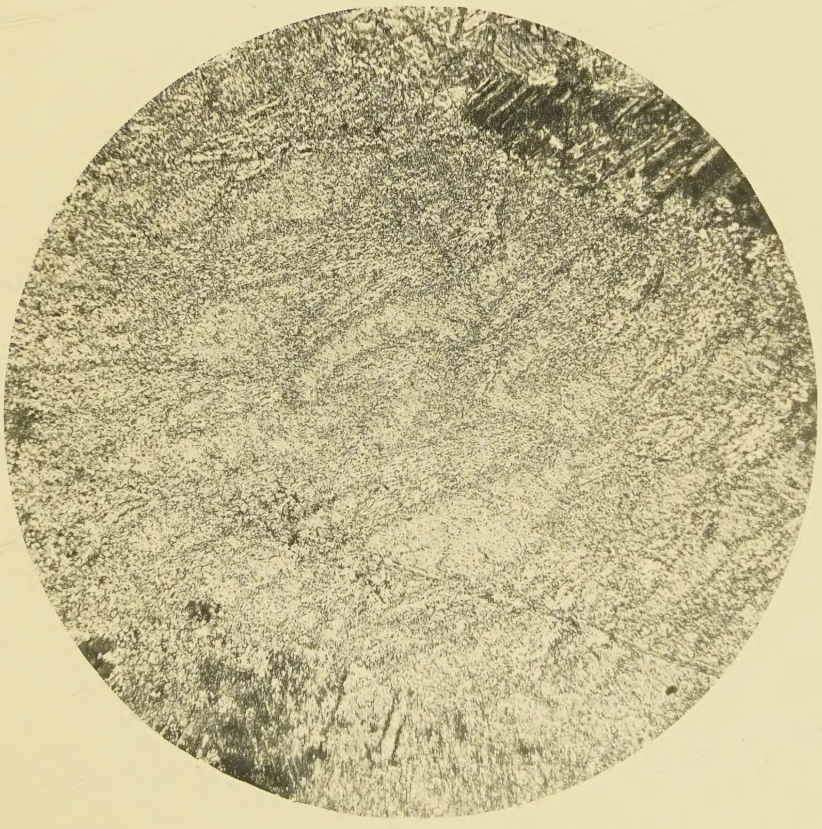
## Erklärung der Tafel XIX.

Fig. 59$\alpha$. Obere Nase; Trümmer, der die $\varepsilon$-Struktur zeigt.
A. d. Sch. Nr. 10d. Verg. 100.

Fig. 59$\beta$. Dasselbe bei gekreuzten Nicols.



59α



59β

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W.